

EXPERIENTIA



REVUE MENSUELLE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES
 MONATSSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE GEBIET DER NATURWISSENSCHAFT
 RIVISTA MENSILE DI SCIENZE PURE E APPLICATE
 MONTHLY JOURNAL OF PURE AND APPLIED SCIENCE

UNIVERSITY OF HAWAII

SEP 30 1947

Editores:

A.v. MURALT · L. RUZICKA · J. WEIGLE
 Bern Zürich Genève

Redactor: P.-D. Dr. H. Mislin, Basel

LIBRARY
 VERLAG BIRKHÄUSER AG. · BASEL 10
 SUISSE - SCHWEIZ - SVIZZERA - SWITZERLAND

Vol. III - Fasc. 8

15. VIII. 1947

Fr. 2.—

SOMMAIRE - INHALT - SOMMARIO - CONTENTS

E. WOLFF: Essai d'interprétation des résultats obtenus récemment chez les Vertébrés sur l'intersexualité hormonale (Fin)	301	A. RITTMANN: Die prägeologische Pneumatosphäre und ihre Bedeutung für die geologischen Probleme der Gegenwart	310
M. FIERZ: Über die Möglichkeiten und die Grenzen der heutigen Theorie der Atomkerne	304	W. KUHN: Über die Gestalt von Fadenmolekülen in Lösung (Disputanda)	315

Brèves communications - Kurze Mitteilungen - Brevi comunicazioni - Brief reports

H. FLOHN: Stratosphärische Wellenvorgänge als Ursache der Witterungssingularitäten	319	O. HOFFMANN-OSTENHOF, P. WERTHEIMER und K. GRATZL: Die Wirkung von Chinonen auf das Hefewachstum	327
J. HEER und K. MIESCHER: Dien-Synthesen im Aufbau von Östrogenen	522	J. BRACHET: Localisation de l'acide ribonucléique et des protéines dans l'ovaire de Grenouille normal et centrifugé	329
F. SPEISER und T. REICHSTEIN: Konfiguration des Periplogenins und <i>allo</i> -Periplogenins	323	M. FÖLDI, G. SZABÓ, and S. ZSOLDOS: "Diabetes Renalis in Diabete Mellito" and the "Sugar-proof Kidney"	329
PL. A. PLATTNER und U. NAGER: Über die Chemie des Ennatin	325	J.-M. PÉRÈS: A propos du complexe neuroglandulaire de <i>Ciona intestinalis</i> (Disputanda)	330
W. GOETSCH: Ein neuentdeckter Wirkstoff (Vitamin-T-Komplex)	326		

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Microbial Antagonisms and Antibiotic Substances. By Selman A. Waksman (The Commonwealth Fund, New York 1945) (Ref. Ch. Wunderly)	332	Aqueous Solution and the Phase Diagram. By F. Field Purdon and V. Wallace Slater (Edward Arnold & Co., London 1946) (Ref. R. Flatt)	333
Experimentelle Grundlagen zu einer modernen Pathologie. Von Paul Busse-Gravitz (Verlag Benno Schwabe, Basel 1946) (Ref. F. Roulet)	332	Fundamentals of Physical Climatology. By V. Conrad (1942). Methods in Climatology. By V. Conrad (Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1944) (Ref. W. Mörikofer)	333
The Trematoda. By Ben Dawes (Cambridge, University Press, 1946) (Ref. O. Jirovec)	332		

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

Experientia majorum - Elogio di FEDERIGO ENRIQUES - Hospitalitas Hungarica - Corrigendum	334/340
--	---------

«Experientia» publierá:

1. des *articles originaux* sur les récentes recherches scientifiques écrits dans une des langues principales;
2. de *brèves communications*;
3. informera ses lecteurs des événements marquants de la vie scientifique, donnera des *comptes rendus concernant les récentes publications, les congrès et les assemblées*.

«Experientia» si propone di pubblicare:

1. *articoli originali riassuntivi*, in una delle principali lingue usate dalla scienza, ad opera di autori di diversi paesi, su risultati scientifici di grande interesse;
2. *brevi comunicazioni*
3. *recensioni di nuovi libri, relazioni di congressi e riunioni*, come pure altre comunicazioni su importanti avvenimenti nel campo delle scienze naturali.

Die «Experientia» stellt sich die Aufgabe:

1. durch *zusammenfassende Originalartikel* in einer der wissenschaftlichen Hauptsprachen von Autoren aus verschiedenen Ländern über Forschungsergebnisse berichten zu lassen, die im Vordergrund des Interesses stehen;
2. kurze *Mitteilungen* aufzunehmen;
3. durch Besprechung neuerschienener *Bücher*, durch Referate über *Kongresse* und *Versammlungen* sowie durch andere Mitteilungen über die bedeutendsten Ereignisse des naturwissenschaftlichen Lebens zu informieren.

The aim of «Experientia» is:

1. to publish comprehensive articles embodying the results of recent scientific research. These will be written in one of the principal scientific languages and contributed by authors in various countries;
2. to publish *brief reports*;
3. to give information about the most important events in natural science by means of *reviews of the latest books, reports on congresses and meetings*, as well as through other communications.

E X P E R .

L'«Experientia» paraît le 15 de chaque mois. Vente et abonnement dans toutes les librairies suisses et étrangères, ou directement chez l'éditeur. Prix du numéro fr. 2.—. Abonnement pour un an fr. 20.— pour la Suisse; pour l'étranger fr. 24.—. Ces prix s'entendent en francs suisses.

Adresser toute correspondance touchant la rédaction de l'«Experientia» exclusivement à l'éditeur soussigné.

Dernier délai d'admission pour les manuscrits: 35 jours avant la parution, c'est-à-dire le 10 du mois pour le numéro du mois suivant.

Les auteurs recevront gratuitement, s'ils le désirent, 100 tirés à part de format 14,5 sur 21 cm, sans couverture. Pour le prix d'un nombre plus grand et pour la couverture s'adresser à l'éditeur. Les tirages à part doivent être commandés *avant* l'impression du périodique.

Prix pour les annonces, en Suisse: $\frac{1}{2}$ page fr. 200.—, $\frac{1}{2}$ page fr. 120.—, $\frac{1}{4}$ page fr. 70.—. Placements spéciaux: prix sur demande. Annonces: *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, tél. 25 22 02; Bâle: tél. 3 74 92.

L'«Experientia» est imprimée en Suisse.

Editions Birkhäuser S.A., Bâle 10 (Suisse), Elisabethenstraße 15, tél. 4 98 00; adresse télégraphique: Edita Bâle.

Die «Experientia» erscheint am 15. jedes Monats und kann im In- und Auslande durch jede Buchhandlung oder direkt beim unterzeichneten Verlag bezogen werden. Der Preis einer Einzelnummer beträgt Fr. 2.—. Das Jahresabonnement kostet in der Schweiz Fr. 20.—; im Ausland Fr. 24.—. Preise in Schweizer Währung.

Alle Zuschriften an die Redaktion der «Experientia» sind ausschließlich an den unterzeichneten Verlag zu richten.

Redaktionsschluß 35 Tage vor Erscheinungstermin, d. h. am 10. des Monats für den folgenden Monat.

Die Autoren erhalten auf Wunsch 100 Gratisreparabzüge im Format 14,5×21 cm ohne Umschlag. Die Kosten für weitere Sonderdrucke und für Umschläge sind beim Verlag zu erfragen. Separabzüge sind *vor* dem Druck der Zeitschrift zu bestellen.

Preise für Inlandanzeigen: $\frac{1}{2}$ Seite Fr. 200.—, $\frac{1}{2}$ Seite Fr. 120.—, $\frac{1}{4}$ Seite Fr. 70.—; für Vorzugsseiten besondere Vereinbarung. Inseratenannahme: *Senger-Annoncen*, Zürich 2, Gotthardstraße 61, Tel. 25 22 02; Basel: Tel. 3 74 92.

Die «Experientia» wird in der Schweiz gedruckt.

Verlag Birkhäuser AG., Basel 10 (Schweiz), Elisabethenstraße 15, Tel. 4 98 00; Telegrammadresse: Edita Basel

«Experientia» esce al 15 di ogni mese e può esser richiesta ad ogni libreria svizzera o estera, o anche direttamente alla casa editrice. Il prezzo del singolo fascicolo è di fr. 2.—. L'abbonamento annuo è di fr. 20.— per la Svizzera; all'estero fr. 24.—. I prezzi vanno intesi in valuta svizzera.

Tutti gli invii alla redazione di «Experientia» vanno indirizzati esclusivamente alla sottoindicata casa editrice.

La redazione di ogni fascicolo si chiude 35 giorni prima del termine di pubblicazione, cioè al 10 del mese, per il mese seguente.

Gli autori ricevono, su desiderio, 100 estratti del formato 14,5×21 cm, senza copertina. Il prezzo degli estratti in più e della copertina viene indicato, su richiesta, dalla casa editrice. Gli estratti vanno ordinati prima della stampa della Rivista.

Prezzi per annunci in Svizzera: $\frac{1}{2}$ pag. fr. 200.—, $\frac{1}{2}$ pag. fr. 120.—, $\frac{1}{4}$ pag. fr. 70.—; per pagine speciali, accordi da stabilire. Gli annunci sono da inviare a *Senger-Annoncen*, Zurigo 2, Gotthardstraße 61, tel. 25 22 02; Basilea: tel. 3 74 92.

«Experientia» si stampa in Svizzera.

Casa editrice Birkhäuser S.A., Basilea 10 (Svizzera), Elisabethenstraße 15, tel. 4 98 00; Indirizzo telegrammi: Edita Basilea.

«Experientia» is published on the 15th of every month, and can be obtained in any country through the booksellers or from the publishers. The price per number is fr. 2.—, by annual subscription by inland-mail fr. 20.—; other countries fr. 24.—. Prices in Swiss currency.

All communications to the editors should be addressed to the publishers. All manuscripts for publication in a given number must be in the hands of the publishers on the 10th of the preceding month.

The authors receive, on request, 100 reprints 14,5×21 cm without cover free of charge.

For the prices of additional reprints and covers, inquiries should be addressed to the publishers. Reprints must be ordered before the number is printed.

Prices for inland-advertising: $\frac{1}{2}$ page fr. 200.—, $\frac{1}{2}$ page fr. 120.—, $\frac{1}{4}$ page fr. 70.—. Advertisements should be sent to *Senger-Annoncen*, Zurich 2, Gotthardstraße 61, phone 25 22 02; Basle: phone 3 74 92.

Published by Birkhäuser Ltd., Basle 10 (Switzerland), Elisabethenstraße 15, phone 4 98 00; Telegrams: Edita Basle.

Neue Verkaufsform

CHARBON- CILAG

Tabletten

Durchfälle aller Art, speziell Sommerdiarrhöe, alimentäre Intoxikationen, bazilläre Dysenterie und Flatulenz.



SCHAFFHAUSEN

20, 50, 250 und 1000 Tabletten zu 0,7 g.
Daneben das aromatische Granulat.

ELEKTRONENMIKROSKOP

Die Zeitschrift
für alle Bildungsbeflissensten und Lehrenden

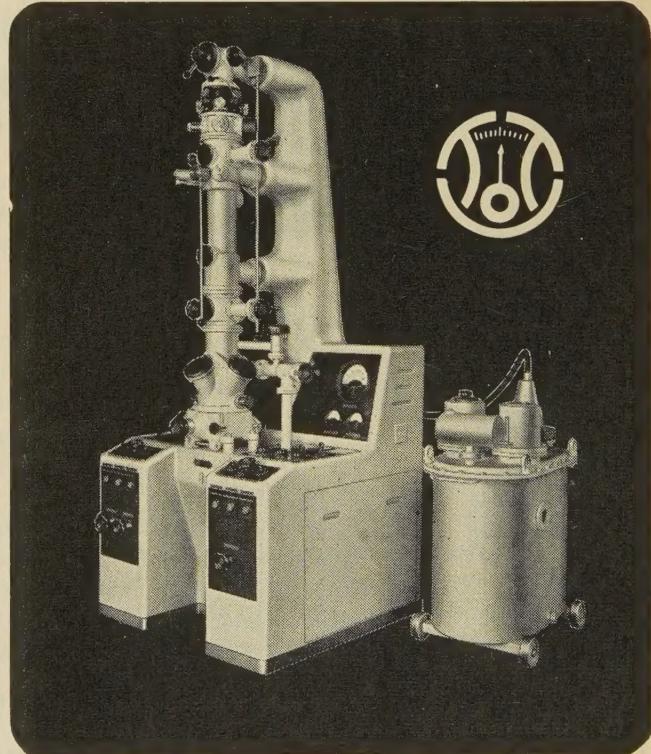
Prisma

Schweizerische Monatsschrift für
NATUR · FORSCHUNG · TECHNIK

Diese populärwissenschaftliche Zeitschrift bringt in ihren reich bebilderten Heften: Allgemein verständliche Deutungen des modernen Weltbildes – Leichtfassliche Darstellungen neuer Forschungsergebnisse auf seriöser, wissenschaftlich einwandfreier Grundlage – Interessante Schilderungen aus allen Wissenschaftsbereichen – Umfassende Berichterstattung über die Fortschritte der Technik – Aktuelle Rundschau – Kurzberichte über neue Forschungsergebnisse in der Rubrik «Spektrum».

Einzelheft Fr. 1.70, Ausland Fr. 1.90
Jahresabonnement Fr. 17.–, Ausland Fr. 19.–

Verlangen Sie Bezugsquellen nachweis vom Verlag
HUBER & CO. AG. FRAUENFELD (SCHWEIZ)



Trüb, Täuber & Co. AG.

Fabrik elektrischer Meßinstrumente und wissenschaftlicher Apparate, Zürich

HELVETICA PHYSICA ACTA

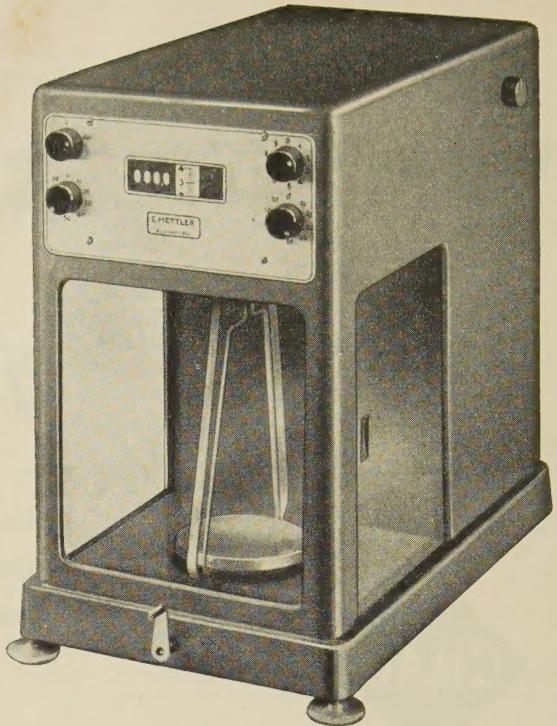
Jährlich 6 bis 8 Hefte

Abonnementspreis:

Schweiz Fr. 28.-, Ausland Fr. 34.-

Die «Helvetica physica acta» sind das offizielle Organ der Schweiz. physikalischen Gesellschaft. Sie enthalten weitaus den größten Teil aller in der Schweiz oder von Schweizern im Ausland veröffentlichten wissenschaftlichen Arbeiten aus allen Gebieten der Physik, sowohl experimentelle als auch theoretische Untersuchungen. Die Arbeiten erscheinen in den schweizerischen Landessprachen. – Für Mitglieder der Schweiz. physikalischen Gesellschaft ist der Abonnementspreis in der Schweiz Fr. 18.50, im Ausland Fr. 24.-.

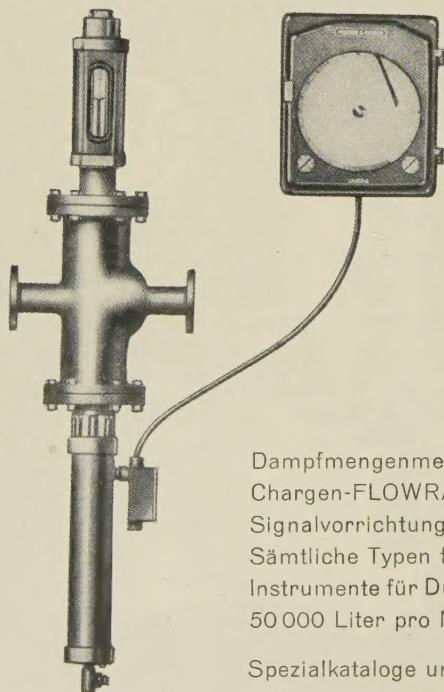
VERLAG BIRKHÄUSER A.G.
BASEL



Analysenwaagen (Schnellwaagen)

Maximalbelastung 200 g, optischer Bereich 100 mg
Ablesegenauigkeit je nach Type $1/10$, $1/20$ mg

E. METTLER Präzisionsapparate
KÜSNACHT-ZH. Telefon (051) 9116 50



FLOWRATOR (ROTAMETER) DURCHFLUSSMESSER

«FISCHER AND PORTER CO» U.S.A.

für sämtliche Flüssigkeiten und Gase. In allen gewünschten Werkstoffen für Säuren, Laugen, Lösungsmittel, Öle usw.

Weltpatente für viskositätsunempfindliche Instrumente

Hochdruckinstrumente bis 800 atü

Registrierung

Fernregistrierung

Totalisierung

Ventilsteuerungen (vom FLOWRATOR aus)

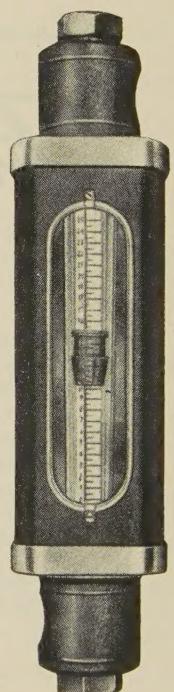
Dampfmengenmesser

Chargen-FLOWRATOR für vollautomatische Chargenabmessung

Signalvorrichtungen für Durchfluß-Überwachung

Sämtliche Typen für Laboratorium und Betrieb, wobei die kleinsten Instrumente für Durchflüsse von 5 Tropfen pro Minute, die größten für 50 000 Liter pro Minute gebaut werden.

Spezialkataloge und Preisofferten durch die Generalvertretung



Typ: «RATOLINE» mit
Fernregistrierung (Druck-
instrument)

DR. ING. HANS MÜLLER, ZÜRICH

Theaterstraße 20, Tel. (051) 32 42 40

Typ: Master-E-735,
Normalinstrument

Essai d'interprétation des résultats obtenus récemment chez les Vertébrés sur l'intersexualité hormonale

Par ETIENNE WOLFF, Strasbourg¹

(Fin)

3^o *La spécificité des inducteurs de la différenciation sexuelle.* Nous arrivons maintenant à l'un des arguments les plus intéressants de la doctrine dualiste. Il s'appuie sur une très belle série de recherches expérimentales, que WITSCHI poursuit depuis de longues années sur la parabiose des têtards d'Amphibiens.

Si l'on unit en parabiose des embryons d'espèces ou de genres différents, les résultats diffèrent suivant la combinaison effectuée. Ainsi, dans la combinaison *Rana sylvatica* ♀ × *Rana temporaria* ♀, les ovaires de *sylvatica* sont hypertrophiés, ceux de *temporaria* sont inhibés et subissent parfois l'inversion sexuelle (1932)².

Dans les combinaisons entre certains Tritons (*Triturus torosus*) et des Axolotls de différentes espèces, WITSCHI constate que les gonades du *Triturus* n'ont pas d'action antagoniste sur les gonades de sexe opposé de l'Axolotl. Mais les gonades de l'Axolotl exercent une action intense sur celles du *Triturus*, qui sont inhibées, quand les deux partenaires sont de sexe opposé: ceci serait le signe de la très grande sensibilité du *Triturus* aux substances inhibitrices, médullarine- et cortexine- de l'Axolotl. Ces faits sont interprétés par WITSCHI (1942) comme la preuve d'une spécificité taxonomique des inducteurs sexuels. Et WITSCHI, faisant un pas de plus, estime que seules des substances protéiques peuvent expliquer une telle spécificité. Les conclusions me paraissent dépasser les prémisses.

Même si l'on admet que les «inducteurs» sexuels peuvent varier d'un groupe à l'autre, voire d'une espèce à l'autre, rien ne permet de penser qu'ils appartiennent à une autre catégorie de substances que les stérols. Tout au contraire, ceux-ci, par leur diversité, par la possibilité que nous avons de faire varier presque à l'infini leur constitution, par les combinaisons dans lesquelles ils peuvent entrer, nous offrent une base solide pour expliquer les différences entre les effets constatés d'un groupe à l'autre. Il est inutile d'évoquer encore les différences de réactions du tractus génital de l'embryon de Poulet aux différentes hor-

mones mâles, les effets absolument inverses de l'oestrone en solution huileuse et en solution aqueuse chez les têtards de grenouilles. Je rappellerai seulement qu'une hormone mâle, l'androstérone, a des effets différents et montre deux seuils d'action différents, quand on la fait agir sur des embryons de deux races de poules (*Leghorn* d'une part et les hybrides de *Light Sussex* × *Rhode Island* d'autre part). Ce résultat nous faisait envisager dès 1936¹ la possibilité de petites différences d'un groupe à l'autre entre les hormones de la différenciation sexuelle. Mais il est inutile de recourir à l'hypothèse de substances protéiques, quand les stérols se montrent doués de toutes les propriétés morphogènes que nous attribuons aux inducteurs sexuels, et qu'ils peuvent même expliquer la spécificité. Entre des substances chimiques connues qui ont les mêmes effets et le même mode d'action que les inducteurs sexuels, et les substances énigmatiques que postule la doctrine dualiste, l'hésitation n'est pas possible.

Dira-t-on que les stérols, tout en participant à la composition de l'inducteur sexuel, ne constituent pas tout l'inducteur sexuel? Que celui-ci est par exemple une combinaison entre un stérol et un complexe lipoprotéique et que ce complexe renforce, transforme, module en quelque sorte l'action du stérol comme le fait l'acide estérifiant ou le solvant dans les préparations des chimistes? Nous répondrons que c'est fort possible, mais dans de telles combinaisons ou solutions, c'est le stérol qui est le groupement ou la substance active, et l'on pourra injecter autant qu'on voudra d'huile d'olives ou d'acide propionique à tous les embryons du monde sans qu'ils montrent jamais la moindre velléité de changer de sexe.

4^o *Les expériences de castration chez l'embryon.* MOORE (1944)² a tenté d'apporter une solution au débat à l'aide de la castration embryonnaire. Il estime, avec raison, que les Marsupiaux naissent à un stade qui correspond à une phase du développement embryonnaire des autres Mammifères. Dans ces conditions, la castration de jeunes Opossums, pendant

¹ E. et EM. WOLFF, C. r. Soc. Biol. 123, 1191 (1936).

² C. MOORE, Physiol. Zoöl. 14, No. 1, 1-43 (1941); Am. Nat. 78, 97-130 (1944).

leur séjour dans la poche marsupiale de leur mère, correspond à une castration embryonnaire.

L'opération est faite au 20^e jour, alors que la glande prostatique chez le mâle et le tractus génital chez la femelle sont encore à l'état d'ébauches. A la suite de l'ablation des testicules, la différenciation de la prostate se poursuit normalement jusqu'au 100^e jour, date à laquelle se fait, d'après MOORE, l'embrayage hormonal. De même, l'ovariectomie au 20^e jour n'a pas de retentissement sur la différenciation des canaux de Müller en oviducte, utérus et vagin. La régression des conduits de sexe opposé se fait comme chez les mâles ou les femelles non opérés. De ces expériences, MOORE tire la conclusion que la différenciation du tractus génital est indépendante des sécrétions hormonales des gonades en voie de développement.

Il y aurait beaucoup à dire sur les conditions des expériences de MOORE et sur ses conclusions qui déniennent en somme toute activité aux hormones sexuelles *aussi bien qu'à toute autre catégorie de substances sécrétées par les gonades* (y compris la médullarine et la cortexine), en ce qui concerne la genèse des conduits génitaux. Bornons-nous à faire remarquer que les opérations de MOORE, quoique pratiquées à un stade équivalent à un stade embryonnaire, ne sont pas faites à un stade précoce du développement. Or, j'ai montré (ETIENNE WOLFF, 1938¹) que la détermination des ébauches du tractus génital des Oiseaux sous l'influence des hormones sexuelles est très précoce et qu'elle est irréversible. Les canaux de Müller sont *stabilisés* chez le mâle par l'hormone femelle, ils sont *inhibés* définitivement chez la femelle par l'hormone mâle à un stade antérieur à la différenciation normale des sexes. Des expériences récentes (ETIENNE WOLFF et EMILIENNE WOLFF, 1947²) nous ont montré que cette détermination par les hormones sexuelles est antérieure au 6^e jour de l'incubation, à un stade où les gonades ne sont pas encore différenciées morphologiquement. Il est possible que les conduits génitaux de l'Opossum ne se comportent pas de la même manière que ceux des Oiseaux, mais les expériences de ET. et EM. WOLFF appellent l'attention sur la précocité des déterminations du tractus génital, et l'on n'a pas le droit de tirer de conclusions de l'expérience de MOORE.

Du reste, les résultats récents de JOST (1947)³ sur des embryons de Mammifères contredisent les conclusions de MOORE. JOST a réussi à castrer des embryons de lapin mâles et femelles au 21^e jour de la gestation. Il constate que chez les embryons mâles

privés de testicules les canaux de Wolff régressent complètement, alors que les voies génitales femelles subsistent et se développent. Chez un embryon femelle castré au 21^e jour (cas unique), il semble que l'absence d'ovaire n'empêche pas notablement l'évolution des conduits femelles. Enfin, chez un mâle castré, l'injection de propionate de testostérone rétablit la différenciation quasi-normale des conduits génitaux mâles. Ainsi, la différenciation du tractus génital mâle est incontestablement sous la dépendance des hormones issues des testicules embryonnaires, tandis que la question est réservée en ce qui concerne la détermination des conduits génitaux femelles. Il est possible que cette détermination soit déjà acquise sous l'influence de l'hormone ovarienne, au stade où opère JOST; il est possible aussi, comme cet auteur l'envisage, qu'une seule hormone intervienne dans la différenciation des voies génitales: dans le cas des Mammifères, ce serait l'hormone mâle. L'évolution du tractus femelle se déroulerait sans intervention d'hormone activante, tout le processus de la différenciation des sexes se réaliserait grâce à l'intervention d'une seule hormone, l'hormone mâle, qui stimulerait les ébauches mâles, et inhiberait les ébauches femelles. Cette modalité de la théorie hormonale, qui a déjà été envisagée par W. DANTCHAKOFF (1936) et E. WOLFF (1939), mérite d'être prise en considération: car il ne faut pas perdre de vue que tout embryon possède les deux assortiments d'ébauches; il suffit dès lors que l'un des deux systèmes soit inhibé ou ne soit pas activé, il n'est pas nécessaire *a priori* que l'autre soit stimulé par une action hormonale. Les expériences, déjà citées, de VANNINI ont d'ailleurs montré, en ce qui concerne les ébauches gonadiques, que l'on peut arriver à ce résultat par l'une ou l'autre voie (inhibition d'une ébauche ou stimulation de l'ébauche de sexe opposé).

Il est difficile de se prononcer sur la nécessité d'une ou de deux hormones dans la différenciation des sexes, car, dans les expériences sur l'intersexualité hormonale, les hormones injectées interfèrent toujours avec les hormones propres de l'hôte; elles ajoutent leurs effets à celles-ci, et l'on n'opère jamais en milieu anhormonal. Seules des expériences de castration précoce pourraient résoudre le dilemme. Encore n'apporteraient-elles de renseignements que sur la différenciation des voies génitales. Quoi qu'il en soit, les expériences les plus récentes sur la castration embryonnaire n'apportent pas la preuve de la différenciation anhormonale du tractus génital; elles confirment au contraire le rôle des hormones sexuelle dans cette différenciation.

IV. – Essai de synthèse des résultats

Au terme de cette discussion, nous pouvons conclure qu'il reste peu de chose de l'argumentation des par-

¹ ET. WOLFF, Trav. de la station zool. de Wimereux 13, 825-840 (1938).

² ET. WOLFF et EM. WOLFF, C. r. Soc. Biol., séance du 18 janv. 141 (1947).

³ A. JOST, C. r. Soc. Biol. 141, séance du 8 fév. (1947); C. r. Soc. Biol. 141, séance du 22 fév. (1947); Communication à l'Ass. des Anatomistes, 2 avril 1947.

tisans de la théorie dualiste. Si l'on admet que les «inducteurs» de la différenciation primaire des sexes manifestent leur activité dans les expériences de parabiose et de greffe embryonnaire, on est obligé de constater que, dans tous les cas étudiés, les hormones sexuelles manifestent les même actions. Les effets aberrants ou fragmentaires que l'on reproche dans certains cas aux hormones sexuelles, on les observe aussi dans les expériences de greffe et de parabiose. Est-ce à dire que, dans une espèce déterminée, l'hormone primaire de l'embryon est identique à l'hormone sexuelle de l'adulte? Nous ne saurions encore l'affirmer d'une manière absolue. Il n'est pas impossible que de petites différences existent entre les substances qui, dans les 2 cas, sont en jeu. Je poursuis actuellement des recherches pour résoudre cette question. *Mais le débat n'est pas là*: le problème est de savoir si oui ou non, les inducteurs primaires appartiennent au groupe des hormones sexuelles, c'est-à-dire des stérols. Rien ne permet d'affirmer, contrairement à ce que pense WITSCHI, que ce sont des substances protéiques. Tous nos résultats parlent au contraire en faveur de l'identification des inducteurs primaires et des stérols.

Comment pouvons-nous envisager la marche de la différenciation sexuelle, à la lumière de ces résultats? Nous examinerons les deux cas les mieux connus, celui des Oiseaux et celui des Batraciens, qui ont été étudiés à la lumière des deux méthodes, les greffes embryonnaires et les injections d'hormones.

Rappelons d'abord que, chez les Oiseaux, le sexe hétérogamétique est le sexe femelle, le facteur dominant est le facteur femelle, le mâle est un homozygote récessif. Chez les Batraciens au contraire, c'est le sexe mâle qui est hétérogamétique, le facteur mâle dominant. Il est très remarquable de constater que, dans les expériences de greffes, comme dans celles d'injections et de castrations, l'hormone femelle chez les Oiseaux, l'hormone mâle chez les Batraciens manifestent les effets les plus puissants: l'hormone nous paraît bien être l'expression de la dominance génétique.

Chez les Oiseaux, l'ébauche médullaire se différencie la première dans les deux sexes. L'ébauche corticale se développe chez la femelle et régresse chez le mâle à partir du 8^e jour. Dans les expériences de greffes comme dans les expériences d'injections, l'hormone femelle stimule le cortex ovarien et fait régresser la médullaire; l'hormone mâle n'a pas d'action notable sur les ébauches gonadiques des deux sexes. Sous les réserves déjà formulées, on peut essayer d'expliquer la différenciation des sexes par la seule intervention de l'hormone femelle, on peut aussi penser que l'hormone mâle, présente dans les deux sexes, est dominée par l'hormone femelle. En ce qui concerne les conduits génitaux, l'hormone femelle *stabilise* et stimule le canal de Müller gauche, l'hormone mâle *l'inhibe* et le fait régresser. Mais la preuve n'est pas faite qu'il faut

de l'hormone femelle pour obtenir la différenciation de l'oviducte, et de l'hormone mâle pour provoquer sa suppression. L'une ou l'autre suffit à la rigueur à expliquer la différenciation des conduits génitaux. Toutefois, le fait que les greffons testiculaires sécrètent une très puissante hormone inhibitrice des canaux de Müller, démontre que l'ébauche testiculaire n'est pas non plus dépourvue d'hormone. Nous pouvons donc conclure que les embryons de chaque sexe sécrètent déjà leur hormone propre, que l'hormone femelle est indispensable à la différenciation de l'ovaire, et que probablement les deux hormones antagonistes interviennent respectivement dans la différenciation des conduits.

Chez les Batraciens, les deux ébauches étant présentes au début de la différenciation, c'est le cortex qui a tendance à se différencier le premier, ce que manifestent en particulier les races indifférenciées de grenouilles. Cette différenciation est-elle spontanée ou nécessite-t-elle l'intervention d'une hormone femelle, présente dans les deux sexes au début du développement? Il est difficile de le dire. Mais ce qui résulte des expériences de parabiose et d'injection d'hormones, c'est que l'hormone mâle est dominante; sa présence paraît nécessaire pour conditionner la différenciation mâle, soit qu'elle fasse régresser le cortex, soit qu'elle détermine simultanément la régression du cortex et l'activation de la médullaire. Les conduits génitaux mâles et femelles apparaissent à des moments très différents de la vie embryonnaire. On peut dire que les canaux de Wolff restent longtemps à l'état indifférent, ils ne sont sensibles aux hormones sexuelles que vers le moment de la métamorphose. Il ne faut pas oublier qu'ils sont les canaux vecteurs normaux des reins des Amphibiens: leur différenciation sexuelle doit comporter surtout des phénomènes de stimulation, non des processus d'inhibition. Les conduits femelles sont au contraire, dès le moment de leur apparition, sensibles à la stimulation par les hormones femelles. Comme les canaux de Müller persistent souvent chez le mâle dans certaines espèces, on peut dire que leur différenciation sexuelle chez la femelle se résout essentiellement en un processus de stimulation. Ainsi l'hormone mâle et l'hormone femelle paraissent intervenir respectivement dans la différenciation des tractus génitaux mâle et femelle. Elles ont des actions stimulantes.

Chez les Batraciens comme chez les Oiseaux, on peut affirmer qu'au moins une hormone intervient dans la différenciation des gonades. Il est probable que l'hormone propre à chaque sexe intervient dans la sexualisation des conduits génitaux. Toutefois, comme l'hormone naturelle interfère toujours avec les hormones introduites expérimentalement, comme d'autre part le même effet peut être produit par une hormone stimulatrice ou par une hormone inhibitrice, il est difficile de se prononcer définitivement sur la question de sa-

voir si deux hormones sexuelles interviennent nécessairement sur une même ébauche, l'une pour la stimuler dans l'un des sexes, l'autre pour l'inhiber dans le sexe opposé¹.

Comme les ébauches gonadiques des deux sexes sécrètent déjà leur propre hormone, on peut penser que les deux processus coexistent dans la nature, et qu'il y a inhibition dans l'un des sexes, stimulation dans l'autre: nous voyons là un nouvel exemple du phénomène de la double assurance, bien connu en embryologie expérimentale.

¹ Les expériences de castration partielle dans les deux classes des Oiseaux et des Batraciens apportent un élément au débat. L'ablation de l'ovaire (gauche) d'une Poule ou des testicules d'un Crapaud équivaut à la suppression de l'inhibiteur de la médullaire droite chez l'Oiseau, à la suppression de l'inhibiteur du cortex biddérien chez le Crapaud. A la suite de telles ablations, la gonade droite rudimentaire de la Poule se différencie en testicule, les organes de Bidder évoluent en ovaires. Ce résultat administre la preuve que l'hormone ovarienne chez les Oiseaux, l'hormone testiculaire chez les Batraciens inhibent le développement des ébauches du sexe opposé. Mais, en même temps, ces résultats démontrent que l'organisme mâle des Batraciens, l'organisme femelle des Oiseaux peuvent fabriquer les hormones des deux sexes. Dans les deux cas, il paraît démontré qu'au moins le sexe hétérogamétique serait bipotentiel au point de vue hormonal.

Summary

Hormonal intersexuality has been obtained in vertebrates by two sorts of methods:

- (a) grafts and embryonic parabiosis, of which "freemartins" are a natural type;
- (b) injections of sexual hormones into embryos.

Both kinds of methods have given very similar results. In certain groups (Amphibia, Birds), they are nearly identical.

The question arises whether the embryonic hormone acting in parabiosis is of the same nature as the hormonal substances used in experiments with injections.

Two theories have been advanced: some authors assume that the embryonic hormones belong to the same chemical class, sterols, as the sexual hormones of the adult.

Others think that they belong to different chemical groups: the embryonic hormones possibly are protids.

The arguments for both theories are discussed in this article, in which it is shown that the hormones of primary sex-differentiation behave in the same manner and have the same biological effects as the hormones of the adult.

The author finally analyzes the progress of sexual differentiation of the gonads and of the gonoducts induced by hormones in Birds and Amphibia.

Über die Möglichkeiten und die Grenzen der heutigen Theorie der Atomkerne

Von M. FIERZ¹, Basel

Wie Sie wohl wissen, vermögen wir heute keine Theorie der Atomkerne aufzubauen, die Entsprechendes leistet wie die Wellenmechanik für die Physik der Atomhüllen. Es fehlen uns hiezu noch die Grundlagen. Das hängt zum Teil damit zusammen, daß die Wellenmechanik des Spinelektrons und die Quantenelektrodynamik, die das Vorbild für die Theorie der Atomkerne bilden, selber nicht logisch befriedigend aufgebaut sind.

Die DIRACsche Theorie führt bekanntlich zu Zuständen negativer Energie des Elektrons. DIRAC hat allerdings mit Hilfe des Pauli-Prinzips und einer passenden Definition dessen, was man unter dem Vakuum verstehen solle, diese Schwierigkeit überwunden und ist so zu einer Theorie der positiv geladenen Elektronen gelangt. Dieser große Erfolg wurde aber dadurch erkauft, daß der ursprüngliche Standpunkt eines wellenmechanischen Einkörperproblems verlassen werden mußte; denn im aufgefüllten «See» negativer Zustände sitzen ja stets unendlich viele Elektronen. Das führt

dann zu neuen, eigenartigen Schwierigkeiten. Die Elektronentheorie gewinnt dadurch an Ähnlichkeit mit der Quantentheorie des Lichtes, wo ebenfalls die Anzahl der Lichtquanten grundsätzlich unbeschränkt ist.

Diese Theorie, die Quantenelektrodynamik, beruht auf dem Versuch, die Methoden der unrelativistischen Quantenmechanik auf die Elektrodynamik zu übertragen. Es hat sich aber gezeigt, daß die so entstehende Theorie bei der Berechnung von Wechselwirkungen zwischen Strahlung und geladenen Teilchen divergente, d. h. mathematisch sinnlose Resultate liefert. Gleichwohl läßt sich die Theorie praktisch anwenden, wenn man zusätzlich vorschreibt, es solle die Ausstrahlung und Absorption von Licht durch die Elektronen mit Hilfe einer Störungsrechnung berechnet werden, wobei man bei der ersten jeweils in Frage kommenden Annäherung in einer Potenzreihenentwicklung nach dem Parameter $\alpha = \frac{e^2}{hc}$ stehenbleiben soll. Obwohl die höheren Näherungen alle divergieren, findet man so Resultate, die in fast allen Fällen sinnvoll und mit der Erfahrung im Einklang sind.

¹ Vortrag, gehalten vor der Physikalischen Gesellschaft in Zürich am 17. Februar 1947.

Diese Situation erinnert an diejenige vor der Entdeckung der Quantenmechanik durch HEISENBERG und SCHRÖDINGER. Damals hatten BOHR und SOMMERFELD die klassische Mechanik auf atomare Systeme übertragen und sie zugleich durch die sogenannten Quantenbedingungen ergänzt. Die Quantenbedingungen waren vorerst logisch nicht mit der Struktur der klassischen Mechanik verträglich; aber nur so ist man zu einem Verständnis der atomaren Gesetze gelangt. Ähnlich lassen sich die Methoden der Quantenmechanik nur dann auf die Theorie der Wellenfelder übertragen, wenn man sie durch mathematisch nicht begründbare Rechenvorschriften ergänzt. Allerdings fehlt allem Anschein nach diesen heutigen zusätzlichen Vorschriften der tiefere, physikalische Gehalt, welcher die BOHRschen Quantenbedingungen ausgezeichnet hat. Durch diese wurde ja eine neue Naturkonstante, das Wirkungsquantum, in die Theorie eingeführt. Etwas Ähnliches ist bei unseren Rechenregeln nicht der Fall.

Die BOHRsche Theorie erzielte vor allem in der Theorie des Wasserstoffatoms eindrucksvolle Erfolge. In den meisten anderen Fällen, insbesondere bei Mehrkörperproblemen hat sie aber versagt.

Ähnlich versagt heute unsere Theorie der Kraftfelder im Gebiete der Atomkerne. Das hängt wohl damit zusammen, daß die Wechselwirkung der Atombausteine, der Nukleonen (Protonen, Neutronen), viel größer ist als die durch elektromagnetische Kräfte vermittelte Wirkung der geladenen Teilchen aufeinander, wie sie für die Atomhülle wesentlich ist. Falls man die Kernkräfte in Analogie zur Elektrodynamik durch eine Feldtheorie beschreiben will (Mesontheorie), wird die $\frac{e^2}{\hbar c}$ entsprechende Konstante keine kleine Größe. (Auf Grund der Proton-Proton-Streuversuche müßte sie ungefähr den Wert $\frac{1}{4}$ besitzen, im Gegensatz zu $\frac{e^2}{\hbar c} = \frac{1}{137}$.) Somit läßt sich eine Potenzreihenentwicklung danach nicht rechtfertigen.

Gleichwohl ist dieses Verfahren das einzige, dem wenigstens in qualitativer Hinsicht eine gewisse Bedeutung zukommen könnte. Leitet man aus der Mesontheorie mit Hilfe der Störungsrechnung die Kernkräfte her, so findet man, daß das Kräftepotential die Gestalt

$$V(r) = -C \frac{r_0}{r} e^{-r/r_0}$$

besitzt. r_0 , die «Reichweite» der Kernkräfte, hängt mit der Masse μ der Mesonen gemäß

$$r_0 = \frac{\hbar}{\mu c}$$

zusammen. Dieses Resultat folgt auch aus einer klassischen (nicht quantentheoretischen) Behandlung der Theorie, weshalb ich geneigt bin, ihm ein gewisses Vertrauen zu schenken.

Wir wollen darum als erstes prüfen, inwieweit die Erscheinungen der Kernphysik durch Kräfte zwischen den Nukleonen erklärt werden können, die sich aus einem Potential von oben angeschriebenen Typus herleiten lassen. Damit verzichten wir zwar auf eine eigentlich feldtheoretische Behandlung der Kräfte. Denn mit dem Einführen eines Potentials stellt man sich auf den Standpunkt der Fernwirkung. Das ist nur in unrelativistischer Näherung zulässig. Die unrelativistische Näherung kann aber für die Atomkerne nur beschränkte Gültigkeit beanspruchen; denn sie setzt voraus, daß die Relativgeschwindigkeiten der betrachteten Teilchen klein sind gegen die Lichtgeschwindigkeit. Wir wissen aber, daß die Atomkerne Durchmesser von einigen 10^{-13} cm besitzen, und daraus folgt mittels der HEISENBERGSchen Unbestimmtheitsrelation, daß die Nukleonen in den Kernen Geschwindigkeiten haben müssen, die ungefähr ein Zehntel der Lichtgeschwindigkeit betragen. Rechnen wir also unrelativistisch, so verwenden wir eine recht grobe Näherung, die in vielen Fällen bloß qualitative Antworten liefern kann. Falls wir aber unsere Ansprüche entsprechend herunterschrauben, so erweist sich die Situation als nicht unerfreulich. Es scheint, als ob die prinzipiellen Schwierigkeiten erst da beginnen, wo die unrelativistische Wellenmechanik ohnehin ihre Gültigkeit verliert und wo also eine eigentliche Feldtheorie der Kernkräfte, oder was ihr in einer zukünftigen Theorie entsprechen mag, zur Notwendigkeit wird.

Ich möchte nun an Beispielen zeigen, wie im oben abgegrenzten Rahmen, also mit Hilfe der Begriffe der unrelativistischen Wellenmechanik oder auf Grund noch elementarerer Betrachtungen, die Struktur von Atomkernen diskutiert werden kann.

Als erstes wird man auf Grund von Experimenten Aufschluß über die Kräfte zwischen je zwei Nukleonen zu gewinnen suchen. Das gelingt bekanntlich mit Hilfe von Streuversuchen. Diese werden wellenmechanisch gedeutet. Insofern die Deutung mit Hilfe einfacher Potentialansätze möglich ist, wird die Wellenmechanik einen zutreffenden Rahmen abgeben.

Am genauesten ist man vorderhand über die Kräfte zwischen Protonen informiert, da diese ihrer Ladung wegen mit elektrischen Hochspannungssystemen auf eine genau definierte Geschwindigkeit gebracht werden können und weil die gestreuten Teilchen auch leicht nachweisbar sind. Die genauesten Versuche dieser Art, die bekanntgeworden sind, stammen von HERB, KERST, PARKINSON und PLAIN¹. Die Protonen werden mit Spannungen von 860 bis 2400 keV beschleunigt und in Wasserstoffgas gestreut. Man beobachtet die Anzahl der in einem bestimmten Winkelbereich abgelenkten Teilchen. Bei mäßigen Energien ist die Streuung durch die elektrischen Abstoßungskräfte

¹ HERB, KERST, PARKINSON und PLAIN, Phys. Rev. 55, 998 (1939).

zwischen den Protonen bedingt (Coulombstreuung). Vergrößert man die Energie, so können sich bei Zentralstößen die Protonen so weit nähern, daß die anziehenden Kernkräfte wirksam werden. Dann treten Abweichungen von der Coulombstreuung auf, die beim Streuwinkel 45° und wachsender Energie sehr beträchtlich werden: die Intensität der gestreuten Teilchen beträgt bei 2400 keV das Vierzigfache der reinen Coulombstreuung (Fig. 1). Daß die Anomalie beim Streuwinkel 45° ein Maximum besitzt, hängt damit zusammen, daß die Protonen dem Pauli-Prinzip genügen.

In diesen Versuchen wird die Kernkraft mit den elektrischen Abstoßungskräften verglichen und man

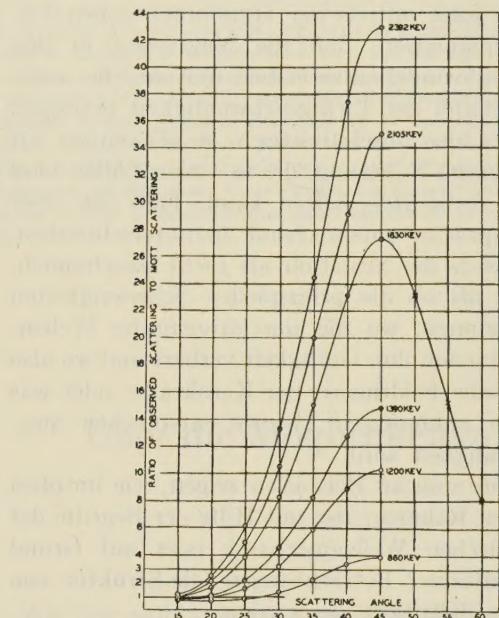


Fig. 1. Das Verhältnis der gemessenen Streuintensität zu derjenigen, die sich theoretisch unter der Annahme elektrischer Abstoßung zwischen zwei Protonen (keine Kernkräfte) ergibt, ist als Funktion des Streuwinkels aufgetragen. Die verschiedenen Kurven entsprechen den Spannungen 860 bis 2392 kV, mit denen jeweils die Protonen beschleunigt werden.

gewinnt deshalb recht genaue Auskunft über den Kraftverlauf. Die Versuchsergebnisse lassen sich tatsächlich am besten darstellen, wenn man das Kräftepotential in der Gestalt

$$V(r) = -C \frac{r_0}{r} e^{-r/r_0}$$

ansetzt, wobei sich für r_0 der sehr kleine Wert $1,18 \cdot 10^{-13}$ cm ergibt. C wird $89,65 \text{ mc}^2$ (m ist die Elektronenmasse, mc^2 die zugehörige Energie: $1 \text{ mc}^2 = 512 \text{ keV}$)¹.

Die Versuchsgenauigkeit ist allerdings noch nicht so groß, daß diese Resultate völlig gesichert sind, und eine Ausdehnung der Experimente zu höheren Energiewerten (5000 keV) wäre sehr erwünscht. Nimmt man

¹ HOISINGTON, SHARE und BREIT, Phys. Rev. 56, 884 (1939).

den angegebenen Wert für r_0 ernst und denkt man sich das Potential aus einer «Mesontheorie» hergeleitet, so entspricht dem Werte r_0 eine Mesonmasse, die das 326fache der Elektronenmasse beträgt. Man erhält somit den Eindruck, daß die Mesonen, die hier eine Rolle spielen, anderer Natur seien als die in den kosmischen Strahlen beobachteten. Denn diese besitzen eine viel kleinere Masse (ungefähr 200 Elektronenmassen). In dieser Richtung weisen auch andere Beobachtungen aus neuerer Zeit¹.

Die Versuche geben insofern nur eine unvollständige Auskunft über die Kräfte zwischen zwei Protonen, als wegen des Pauli-Prinzips beim «zentralen Stoß» (*S*-Streuung) die Protonen stets antiparallelen Spin besitzen. Über die Art, wie die Kräfte von der gegenseitigen Spinorientierung abhängen, erfährt man deshalb nichts.

Durch Streuversuche mit Neutronen in Wasserstoff lernen wir die Kräfte zwischen den Protonen und Neutronen kennen. Es ist jedoch in diesem Falle bedeutend schwieriger, die nötige experimentelle Genauigkeit zu erreichen. Aus den bis jetzt vorliegenden Versuchen ergibt sich vor allem, daß die Kräfte zwischen diesen Teilchen im Singulettzustand (antiparalleler Spin) gleich groß sind wie diejenigen zwischen zwei Protonen – natürlich abgesehen von den elektrischen Kräften, die nun wegfallen. Neueste Messungen von BAILEY und Mitarbeiter² sowie von FRISCH³ bestätigen diesen Eindruck, obwohl die theoretische Auswertung der Versuche durch BOHM und RICHMANN noch nicht erschienen ist.

Gleichzeitig erfährt man nun aber auch etwas über die Spinabhängigkeit der Kräfte, da Proton und Neutron als verschiedene Teilchen voneinander statistisch unabhängig sind. Hier sind vor allem auch die Streuversuche von Neutronen in tiefgekühltem Wasserstoff von Bedeutung (Streuung in Ortho- und Parawasserstoff), bei welchen sich die Spinwirkung in charakteristischer Weise äußert.

Das Resultat dieser Untersuchungen stimmt nur mit dem überein, was man aus den Eigenschaften des Deuterons über die Kräfte folgern muß. Dieses, als der erste zusammengesetzte Atomkern, hat ja für die Theorie eine besondere Bedeutung. Die Streuversuche und die Eigenschaften des Deuterons können befriedigend dadurch erklärt werden, daß neben einer gewöhnlichen, spinunabhängigen Kraft, wie sie für die Proton-Proton-Streuung allein maßgebend ist, noch eine vom Spin der Teilchen abhängige vorhanden ist. Die analog ist zur Wirkung zweier Magnete aufeinander. Das heißt, das Potential hat die Gestalt

$$- \left\{ (\vec{\sigma}_1 \vec{x}) (\vec{\sigma}_2 \vec{x}) - \frac{1}{3} \vec{x}^2 (\vec{\sigma}_1 \vec{\sigma}_2) \right\} U(x)$$

¹ CONVERSI, PANCINI, PICCIONI, Phys. Rev. 71, 209 (1947).

² BAILEY und Mitarbeiter, Phys. Rev. 70, 583 (1946).

³ FRISCH, Phys. Rev. 70, 589 (1946).

Hier bedeuten $\vec{\sigma}_1, \vec{\sigma}_2$ die Spinvektoren der beiden Teilchen und x deren Abstand. $U(x)$ ist eine Funktion deselben, welche nur für $x \lesssim 10^{-13}$ cm merkliche Werte annimmt.

Diese spinabhängige Kraft («Tensorkraft») hat zur Folge, daß das Deuteron im Grundzustand den Spin 1 besitzt, daß sich also die Spins der beiden Teilchen parallel zueinander einstellen. Im Singulettzustand (antiparallele Spins) reichen die Kräfte nicht aus, um einen stationären Zustand zu bilden, weil dann die «Tensorkraft» unwirksam ist. Gleichzeitig bedingen diese Kräfte das Quadrupolmoment des Deuterons, d. h. der Deuteronkern erscheint in seiner Spinachse etwas in die Länge gezogen, er ist leicht eiförmig. (Die numerische Exzentrizität des entsprechenden Ladungsellipsoids beträgt etwa 5%).

Wir dürfen also feststellen, daß in dem hier skizzierten Rahmen das kernphysikalische Zweikörperproblem einer befriedigenden Behandlung zugänglich ist.

Der nächste Problemkreis, den wir betrachten wollen, ist derjenige der leichten Kerne. Wir lernen hier vor allem etwas über die Kräfte zwischen den Neutronen; denn Streuversuche mit Neutronen in einem Neutronengas sind bis heute noch nicht möglich gewesen.

Charakteristisch für die Struktur dieser Kerne ist ihre Symmetrie in bezug auf Protonen und Neutronen. Diese äußert sich vor allem darin, daß Kerne, die eine gerade Anzahl von Teilchen enthalten, auch stets aus gleich viel Protonen wie Neutronen aufgebaut sind. (Schwere Kerne besitzen einen Neutronenüberschuß, den man leicht durch die Wirkung der elektrischen Abstoßung zwischen den Protonen quantitativ erklären kann.)

Ist die Teilchenzahl A eines leichten Kernes ungerade, so gibt es zu jedem A zwei mögliche Kerne, für welche die Kernladung Z (das ist die Protonenzahl) entweder gleich $\frac{A-1}{2}$ oder gleich $\frac{A+1}{2}$ ist (Beispiel: C^{13} und N^{13}). Der eine der beiden Kerne ist jeweils instabil und geht durch β -Zerfall in den anderen über. Die Maximalenergie der β -Elektronen läßt sich in Übereinstimmung mit der Erfahrung aus der Differenz der elektrostatischen Energie beider Kerne und dem Massenunterschied zwischen Neutron und Proton berechnen (Fig. 2). Außer im Falle von He^3 überwiegt die elektrostatische Energie, so daß der Kern mit kleinerer Ladung ($Z = \frac{A-1}{2}$) stabil ist.

Diese β -Strahler, deren Zerfallsenergie mit wachsendem Z zunimmt und die von $A = 3$ bis $A = 35$ in lückenloser Reihe existieren (außer dem Kern mit $A = 5$), zeigen auch in bezug auf ihre Halbwertszeit eine einfache Gesetzmäßigkeit, die aus der FERMISchen Theorie des β -Zerfalls folgt.

Alle diese Tatsachen lassen sich zwangsläufig verstehen, wenn man annimmt, daß die Kräfte zwischen den

Neutronen, abgesehen von den elektrischen Kräften, gleich sind wie diejenigen zwischen den Protonen, und man noch berücksichtigt, daß Protonen und Neutronen beide dem Pauli-Prinzip genügen. Hieraus folgt die Symmetrie der leichten Kerne in bezug auf Protonen und Neutronen; denn bei diesen spielt, ihrer verhältnismäßig kleinen Ladung wegen, die Coulombenergie eine untergeordnete Rolle. Ebenso darf man den geringen Massenunterschied zwischen Neutron und Proton vernachlässigen. Gleichzeitig werden so die energetischen Verhältnisse bei den vorhin erwähnten β -Strahlern begreiflich. Nehmen wir als Beispiel den Übergang $\text{N}^{13} \rightarrow \text{C}^{13}$. N^{13} besteht aus 7 Protonen und 6 Neutronen, C^{13} aus 7 Neutronen und 6 Protonen.

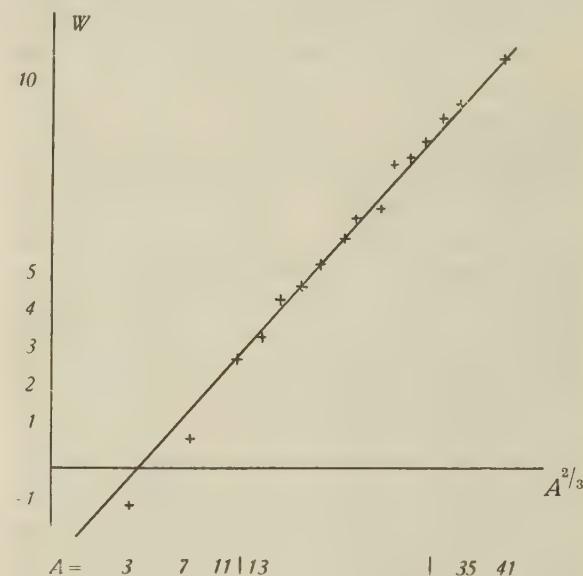


Fig. 2. Die Maximalenergie W der β^+ -Elektronen (einschließlich ihrer Ruheenergie) ist in den Einheiten mc^2 gegen $A^{2/3}$ aufgetragen. Die experimentellen Werte (+) liegen gut auf der Geraden $W = 1,10 A^{2/3} - 2,50$, die sich theoretisch auf Grund des Tröpfchenmodells ergibt.

Die beiden Kerne gehen also auseinander hervor, indem man die Protonen und Neutronen miteinander vertauscht. Die eigentlichen Kernkräfte verändern sich hierbei nicht, so daß beide Kerne die analoge Struktur besitzen. Einzig die elektrische Energie ändert sich, weil bei diesem Übergang die Kernladung um eine Einheit abnimmt, und diese Energieänderung ist für den Zerfall maßgebend.

Wir wollen nun noch die Kerne mit gerader Teilchenzahl und ungerader Ladung betrachten, die eine gewisse Sonderstellung einnehmen. Es gibt nur vier stabile Kerne von diesem Typus, nämlich

H^2 (Deuteron), Li^6 , B^{10} , N^{14} .

Oberhalb Stickstoff sind solche Kerne instabil. So geht z. B. F^{18} radioaktiv in O^{18} über.

Mit Hilfe eines sehr primitiven Modells lassen sich diese Verhältnisse energetisch deuten. Am einfach-

sten machen wir uns das z. B. an dem Paare N^{14} , C^{14} klar.

In beiden Kernen fassen wir je 6 Protonen und Neutronen zu einem «Kernrumpf» zusammen, den wir uns etwa aus 3 α -Teilchen aufgebaut denken können und den wir uns als abgeschlossenes Gebilde im Sinne eines abgeschlossenen Atomrumpfes vorstellen.

Indem wir diesem «Rumpf» zwei Neutronen hinzufügen, erhalten wir den Kern C^{14} ; wenn wir aber ein Proton und ein Neutron hinzufügen, erhalten wir den Kern N^{14} . Wir richten jetzt unser Augenmerk allein auf diese beiden Teilchen. Im Falle von N^{14} bilden diese einen 3S -Zustand mit Spin 1, der analog ist zum Deuteron. Wir nehmen an, daß im Falle von C^{14} die beiden Neutronen sich im entsprechenden 1S -Zustand (Spin 0) befinden; denn diese beiden Teilchen müssen jetzt wegen des Pauli-Prinzips antiparallelen Spin besitzen. N^{14} hat die Kernladung 7 und seine elektrische Energie ist deshalb größer als die von C^{14} (Kernladung 6). Andererseits sind aber im N^{14} -Kern die Spinkräfte wirksam, welche die Bindungsenergie gegenüber C^{14} vergrößern. N^{14} ist stabil, weil die Spinkräfte die elektrostatische Energie überwiegen. Die beim β -Zerfall $C^{14} \rightarrow N^{14}$ frei werdende Energie erscheint somit im wesentlichen als Differenz der beiden Energiearten. Auf Grund dieser Überlegung läßt sich die Spinenergie aus der Energie des β -Zerfalls abschätzen und man findet einen Wert von 2,5 keV, was größtenteils mit dem Wert, der aus den Verhältnissen beim Deuteron (2,18 keV) folgt, übereinstimmt. Aus dem so gewonnenen Wert für die Spinenergie folgt in der Tat, daß Kerne von diesem Typus mit größerer Ladung ($Z \geq 9$) instabil sind, weil dann die elektrostatische Energie überwiegt. Die Kerne werden daher durch β -Zerfall ihre Ladung verkleinern.

Ich muß allerdings betonen, daß das hier verwendete Modell sehr unzulänglich ist. Schon die energetischen Verhältnisse werden nur qualitativ wiedergegeben. Betrachtet man gar die Halbwertszeiten derjenigen β -Strahler, die hier in Betracht kommen, so zeigen diese keine erkennbaren Regelmäßigkeiten. Vielmehr hat man den Eindruck, als ob diese Kerne gar keine einheitliche Klasse bildeten. Dieses Verhalten läßt sich aber auch mit Hilfe theoretisch besser begründeter Kernmodelle nicht deuten.

Die letzte Eigenschaft der Kernkräfte, die bei der Betrachtung der leichten Kerne deutlich in Erscheinung tritt, und der wir unsere Aufmerksamkeit zuwenden wollen, ist die sogenannte Sättigung der Kernkräfte. Diese äußert sich hier hauptsächlich in der besonderen Stabilität des He-Kerns, des α -Teilchens. In der Reihe der Kerne

H^1 (Proton), D^2 (Deuteron), He^3 , He^4 (α -Teilchen) entsteht jeder aus dem vorhergehenden durch Hinzufügen eines weiteren Nukleons. Die jeweils hierbei frei

werdende Energie nennen wir «Bindungsenergie des letzten Teilchens».

Kern:	D^2	He^3	He^4
Bindungsenergie des letzten Teilchens (in MeV):	2,17	4,42	20,59

Diese Energie ist also beim α -Teilchen sehr groß – größer als bei irgendeinem anderen Kern. Überdies existiert kein stabiler Kern mit 5 Teilchen, und auch der Kern Be^8 ist nicht stabil: er zerfällt in zwei α -Teilchen. Das α -Teilchen ist also nicht nur besonders stabil, sondern es zeigt auch beinahe keine «Affinität» zu Protonen, Neutronen oder zu einem zweiten α -Teilchen. MAJORANA hat hieraus zuerst geschlossen, daß die Kernkräfte, unabhängig von der relativen Spinorientierung, nur dann stark anziehend sind, wenn die Teilchen sich (im Sinne der Quantenmechanik) in räumlich äquivalenten Zuständen befinden. Weil nun Protonen und Neutronen dem Pauli-Prinzip genügen, können gerade ein Protonenpaar und ein Neutronenpaar denselben räumlichen Zustand einnehmen. Dann ist dieser besetzt. Die 4 Teilchen bilden den He^4 -Kern. Jedes weitere hinzugefügte Nukleon muß einen neuen Zustand einnehmen und wird deshalb vom α -Teilchen nur wenig beeinflußt. Die Kernkräfte verhalten sich also gemäß dieser Vorstellung ähnlich wie die chemischen Valenzen.

In einer etwas formalen und phänomenologischen Weise kann man Kräfte dieser Art mathematisch als sogenannte Austauschkräfte beschreiben. Diese können immer noch als Fernkräfte zwischen je zwei Teilchen aufgefaßt werden. Die modellmäßigen Feldtheorien zeigen aber, daß die Austauschkräfte eine verwinkelte Beschaffenheit haben müssen. Denn hier treten sie immer zusammen mit Mehrkörperkräften auf, das sind Kräfte, die sich beim Vorhandensein von mehr als zwei Teilchen nicht mehr auf Wechselwirkungen zwischen Teilchenpaaren zurückführen lassen. Zudem handelt es sich hier eigentlich um keine statischen Kraftfelder mehr, weil die Austauscherscheinungen wesentlich dynamischer Natur sind. Somit scheint hier eine Grenze erreicht zu sein, bei welcher ein tieferes Verständnis erst durch eine Feldtheorie der Kernkräfte möglich wird.

Ich möchte nun zum Schluß Ihre Aufmerksamkeit auf einige Tatsachen hinwenden, die uns bei der Betrachtung der schweren Atomkerne auffallen.

Viele Erscheinungen in diesem Gebiete der Physik werden zutreffend mit Hilfe des Tröpfchenmodells nach GAMOW und BOHR erfaßt. Insbesondere ermöglicht dieses Modell die Erklärung der Kernspaltung, die ja heute ein besonderes Interesse gewonnen hat.

Auch die typischen Erscheinungen, die bei anderen Kernreaktionen auftreten, kann man auf dieser Grundlage deuten. Dabei ist der von BOHR betonte Gesichtspunkt wegleitend, daß wegen der starken Koppelung der Teilchen im Atomkern nicht vom Verhalten eines

einzelnen Nukleons im Kern geredet werden kann, sondern daß ein Atomkern als Ganzheit funktioniert. Man darf diesen Gesichtspunkt aber, trotz seiner großen Fruchtbarkeit, nicht allzu dogmatisch anwenden. Ich möchte deshalb jetzt gerade einige Erscheinungen diskutieren, bei welchen man den Eindruck gewinnt, daß in gewissen Fällen ein einzelnes Nukleon im Kern eine gewisse Selbständigkeit bewahrt.

In dieser Richtung weisen vor allem die gyromagnetischen Verhältnisse bei den schweren Atomkernen, d. h. das Verhältnis vom magnetischen Moment zum Spinmoment eines solchen Kerns, was zuerst SCHMIDT¹ bemerkt hat.

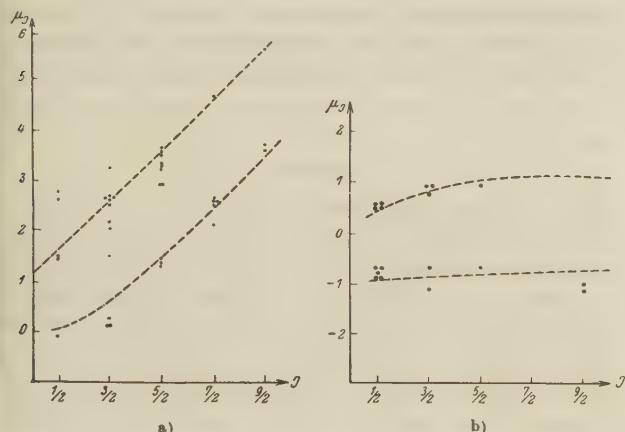


Fig. 3. In den beiden Figuren sind die magnetischen Momente der Atomkerne als Funktion der Spinquantenzahl J aufgetragen. Man sieht, daß sich die Meßpunkte (jeder Punkt entspricht einem Kernmoment) in der Nähe der gestrichelten Kurven häufen. Fig. a) gehört zu Kernen mit einem unpaaren Proton, Fig. b) zu denen mit einem unpaaren Neutron.

Da nur Kerne mit ungerader Teilchenzahl ein magnetisches Moment besitzen, hat man zwei Fälle zu unterscheiden, je nachdem der Kern eine ungerade Protonen- oder Neutronenzahl enthält. Trägt man in einem Diagramm das magnetische gegen das Spinmoment auf, so liegen die Bildpunkte in beiden Fällen in der Nähe von zwei Geraden. Diese steigen im ersten Falle so an, daß die Steigung einem Kernmagneton entspricht, im zweiten Falle verlaufen sie horizontal (Fig. 3).

Das bedeutet, daß magnetisches und Impulsmoment in beiden Fällen in der Hauptsache von einem einzigen Nukleon berührt, nämlich von dem jeweils unpaaren Proton oder Neutron. Da das Neutron keine Ladung besitzt, röhrt das magnetische Moment allein vom Eigenmoment des Neutrons her, das sich parallel oder antiparallel zur Bahnbewegung einstellen kann. So kommen die beiden Kurven zustande. Im Falle eines Protons tritt zum Eigenmoment das magnetische Moment der Bahnbewegung hinzu, was den linearen Anstieg ergibt. Die unpaaren Teilchen bewegen sich

also in erster Näherung ohne den «Kernrumpf» zu beeinflussen.

Wir haben im Vorhergehenden zwei Typen von β -aktiven, leichten Atomkernen betrachtet und festgestellt, daß bei denen, die ein unpaares Teilchen besitzen, die Halbwertszeiten theoretisch gedeutet werden können, während im Falle derjenigen Kerne, die eine gerade Teilchenzahl aufweisen, die Theorie versagt. Der Erfolg der Theorie im ersten Fall ist wohl zum Teil dadurch bedingt, daß das unpaare Teilchen eine gewisse Unabhängigkeit vom Kernanzen besitzt. Wenn es sich radioaktiv umwandelt, so wird die Kernstruktur besonders wenig beeinflußt und das ist es gerade, was wir theoretisch angenommen haben. Die entsprechende Annahme für ein Teilchenpaar ist dagegen offensichtlich unzulässig.

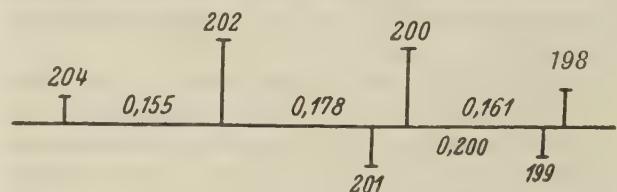


Fig. 4. Die Abszissen entsprechen der Bindungsenergie eines $6s^2 1S_0$ Elektrons in den Quecksilberisotopen 198, 199, 200, 201, 202, 204 (nach Messungen von SCHÜLER und KEYSOW, Z. Phys. 72 [1931]). Diese Energie nimmt mit wachsendem Atomgewicht ab, und zwar beim Zufügen je zweier Neutronen immer um fast den gleichen Wert. Man beachte nun aber den typischen Unterschied gerader und ungerader Isotope.

Eine Erscheinung, die in dieselbe Richtung weist, zeigt sich deutlich beim optischen Isotopeneffekt des Quecksilbers. Dieser besteht darin, daß mit wachsendem Atomgewicht die Bindungsenergie des Leuchtelektrons im S -Zustand abnimmt. Er röhrt davon her, daß die Kernladung (d. h. die Protonen) mit wachsendem Atomgewicht ein größeres Volumen einnimmt, daß also der Kernradius mit wachsender Teilchenzahl größer wird. Hierdurch wird die elektrische Anziehung der S -Elektronen in unmittelbarer Kernnähe verkleinert. Nun erkennt man aus der Fig. 4, daß dieser Effekt beim Hinzufügen eines Neutrons zu einem Isotop mit gerader Teilchenzahl, also eines unpaaren Neutrons, kleiner ist als beim Hinzufügen eines Neutrons zu einem ungeradzahligen Isotop, wo im so entstehenden Kern jedes Neutron einen Partner hat. Man weiß aber, daß ein Kern mit ungerader Massenzahl verhältnismäßig weniger Bindungsenergie besitzt als ein solcher mit gerader Massenzahl, weshalb man erwarten würde, daß im ersten Falle auch der Kernradius relativ größer sein sollte. Das gäbe aber gerade einen Effekt mit der umgekehrten Periodizität. Man muß aber beachten, daß dieser Isotopeneffekt vom Volumen abhängt, welches die Kernladung einnimmt und dieses braucht nicht dasjenige des Atomkerns zu sein. Es scheint, als ob ein unpaares Neutron nicht eigentlich in den Kern eindringt, sondern sich eher an der

¹ SCHMIDT, Z. Phys. 106, 358 (1937).

Kernoberfläche bewege. Dadurch wird verständlich, daß in diesem Falle das Volumen der Kernladung nicht sehr stark vergrößert wird. Erst ein Neutronenpaar wird richtig ins Innere des Kerns aufgenommen. Man kann diese Regel auf Grund der Sättigungseigenschaften der Kernkräfte plausibel machen.

Schließlich weist die recht große Häufigkeit von (γ, p) -Prozessen, wie sie sich aus den Versuchen von WÄFFLER¹ ergeben, ebenfalls darauf hin, daß unter Umständen einzelne Nukleonen nicht allzu stark ans Kernganze gekoppelt sein können.

Es ist nun allerdings kaum möglich, diese Erscheinungen im Rahmen unserer jetzigen Theorie befriedigend rechnerisch zu erfassen. Nicht nur fehlen hiezu vertrauenerweckende Grundlagen, sondern es handelt sich wohl überhaupt um sehr verwickelte Vorgänge. Deshalb scheinen sie mir auch nicht der geeignete Ausgangspunkt, um der Theorie zur Weiterentwicklung zu verhelfen.

Offenbar fehlen uns gewisse grundsätzliche, neue Gesichtspunkte, die dazu dienen könnten, den der jetzigen Theorie zugrunde liegenden Dualismus von Kraftfeldern und diese erzeugenden Quellen zu überwinden. Diese Unterscheidung verliert ja offenbar jeden Sinn, sobald es unmöglich wird, ein Feld wenigstens prinzipiell mit Hilfe von Probekörpern auszumessen. Das tritt dann ein, wenn die Raumgebiete, in welchen der Feldverlauf gemessen werden soll, kleiner werden als die Gebiete, in welchen die Probekörper gemäß den Unschärferelationen noch lokalisiert werden können. Die Probekörper sind nun die Nukle-

onen und diese lassen sich mit einer Genauigkeit, die ihrer Compton-Wellenlänge entspricht, lokalisieren. Diese Länge ist von der Größenordnung 10^{-14} cm, das ist etwa 10mal kleiner als die Atomdimensionen. Es ist bemerkenswert, daß der Begriff des Potentialverlaufs im Innern eines Atomkerns eine ähnlich begrenzte Gültigkeit zu haben scheint wie die unrelativistische Näherung in diesem Gebiet.

Auf Grund dieser Überlegungen ist es denkbar, daß Streuversuche von Neutronen in Wasserstoff mit Energien von 10–20 keV schon nicht mehr im Rahmen der heutigen Vorstellungen gedeutet werden können, so daß also bei genügender Meßgenauigkeit solche Versuche eine prinzipielle Bedeutung gewinnen. Die bis heute vorliegenden Experimente verschiedener Autoren sind aber noch nicht untereinander im Einklang, so daß eine Entscheidung vorläufig nicht möglich ist.

Summary

The present theory of nuclear forces is very inconsistent. But as far as relativity effects can be neglected it seems that the meson theory gives a fairly good first approximation. In this case, where we obviously do not need a real field theory, we are able to understand at least the general features shown by lighter nuclei.

The heavy nuclei are in many respects well described by the 'liquid droplet model'. But there are certain instances where, contrary to this model, one nucleon seems to a certain degree independent of the rest of the nucleus.

The general impression of the present situation is that in the theory of nuclear structures the notion of force has about the same limitation as the non-relativistic theory.

¹ WÄFFLER, Helv. phys. Acta 19, 425 (1946).

Die prägeologische Pneumatosphäre und ihre Bedeutung für die geologischen Probleme der Gegenwart

Von A. RITTMANN¹, Neapel

Schon seit geraumer Zeit kam der Verfasser zur Überzeugung, daß viele geologische und insbesondere petrographische und geochemische Probleme der Lösung nähergebracht werden, wenn man vorerst Beobachtungen über die prägeologische Entwicklung anstellt mit dem Ziel, die Ausgangsbedingungen und damit die primären Ursachen des späteren geologischen Geschehens zu ergründen. Wie sich der Verfasser die prägeologische Entwicklung vorstellt, geht aus seinen früheren Arbeiten und insbesondere aus der Gemeinschaftsarbeit mit W. KUHN hervor. Dieser Forscher hat

seither weitere wichtige Beiträge zur Lösung dieses Problems veröffentlicht¹.

Im vorliegenden Aufsatz sei nun besonders die Bildung und Natur der ersten Atmosphäre, die wohl besser als *Pneumatosphäre* zu bezeichnen ist, und der ersten Erstarrungskruste und deren prägeologische Umformung behandelt, woraus sich neue Gesichtspunkte für das Verständnis der Granitbildung und der Entstehung und Verteilung der Gesteins- und Erzprovin-

¹ A. RITTMANN: Geol. Rdsch. 30, 52 (1939). – W. KUHN und A. RITTMANN, Geol. Rdsch. 32, 215 (1941). – W. KUHN, Naturw. 30, 689 (1942). – A. RITTMANN, Vulcani, attività e genesi. Napoli, E.P.S.A., 1944. – W. KUHN, Exper. 2, 391 (1946).

¹ Istituto di Geologia Applicata dell'Università di Napoli.

zen ergeben. Unzweifelhaft steht heute das Problem der Granitbildung wieder im Mittelpunkt des Interesses und wird von «Magmatikern» und «Migmatikern», von «Liquidisten» und «Solidisten» eifrig diskutiert¹, wobei der Streit oft mehr um Benennungen als um das Wesentliche geht. Der Standpunkt des Verfassers ist kurz gefaßt folgender: Das olivinbasaltische, subkrustale Stammagma kann durch Differentiation keine granitische Restschmelze liefern, sondern nur eine trachytische oder phonolithische. Granitmagma kann dagegen entstehen, wenn sialische Gesteine teilweise oder völlig eingeschmolzen werden oder wenn durch sialisches Material verunreinigtes Basaltmagma einer vollständigen Kristallisationsdifferentiation unterliegt². Granite entstehen durch Kristallisation solcher palingenen Magmen oder der Restschmelzen differenzierter syntektonischer oder hybrider Magmen. Gewisse Granite können aber auch durch Metamorphose unter Stoffzufuhr («Granitisation») aus sandigen und tonigen Sedimenten entstehen. Für alle diese Bildungsarten des Granits ist aber das Vorhandensein sialischer Gesteine eine notwendige Voraussetzung. Gegen diese Auffassung wurde geltend gemacht, daß sie das Problem der Granitbildung nur in die Vergangenheit verlege, aber nicht löse, solange nicht nachgewiesen werde, wie das erste Sial entstanden sei. Es wird dann noch behauptet, daß dieses nur durch Differentiation des Urmagmas entstanden sein könne, und daß deshalb kein Grund vorhanden sei, für die geologischen Zeiten eine analoge Entstehung der Granite anzuzweifeln. Die folgenden Ausführungen dürften diesen Einwand wohl vollständig entkräften, indem für das erste Sial eine nichtmagmatische Herkunft nachgewiesen wird³.

Die Differentiation der Uerde begann sofort nach der Isolierung der Solarmateriemasse, aus der sich die Erde entwickelte, mit dem Verlust ungeheurer Mengen von Wasserstoff und von anderen leichten Elementen (insbesondere von leicht ionisierbaren, wie Alkalien und Magnesium), die im Schwerefeld des werdenden Planeten nicht zurückgehalten werden konnten. Mit sinkender Temperatur nahmen diese Verluste rasch ab und beschränkten sich auf die leichtesten Elemente. Auch heute noch entweicht eine kleine Menge von Wasserstoff aus den höchsten Lagen der Atmosphäre in den Weltraum.

Infolge der Abkühlung, des Massenverlustes und der passiven Anreicherung von relativ schweren Elementen in den äußeren Schichten entstanden heftige Konvektionsströmungen, die immer neue Gasmassen aus tieferen in höhere Lagen beförderten, wo die Verluste an den Weltraum möglich waren, um die schw-

erer gewordenen Massen dann wieder in die Tiefe sinken zu lassen. Diese Vorgänge hatten ein Anwachsen der Viskosität, insbesondere in mittleren Tiefen zur Folge, wodurch dort die Konvektionsströmungen gehemmt wurden. Ihr Tiefgang verringerte sich, und schon frühzeitig blieb der Erdkern außerhalb ihres Wirkungsbereichs und konnte deshalb seine Eigenart als teilweise «entgaste» Solarmaterie bewahren, die sich auch heute noch in superkritischem Zustand befindet.

Die rasche Abkühlung der äußeren Teile der Uerde führte zur Kondensation der schwerflüchtigen Bestandteile, die Tropfen bildeten und im Schwerefeld absanken. Dabei gerieten sie bald in so heiße Zonen, daß sie wieder verflüchtigt wurden. Durch Konvektionsströme in die Höhe verfrachtet, kondensierten sie sich wieder, sanken aufs neue ab und wurden wieder verflüchtigt. Durch diese Vorgänge wurde die Abkühlung beschleunigt, und die sich rasch vermehrende flüssige Phase bildete bald eine zusammenhängende Schale zwischen dem gasförmigen Erdinnern und der äußeren Pneumatosphäre.

Die Natur dieser Schale ergibt sich aus mehreren konvergierenden Folgerungen. Ausgehend von der durch RUSSELL spektralanalytisch annähernd ermittelten Zusammensetzung der Solarmaterie ergibt sich, unter Berücksichtigung der eingetretenen Verluste an leichten Elementen, daß diese flüssige Schale in der Hauptsache aus Silikaten bestehen mußte, und zwar vorwiegend aus solchen des Magnesiums und untergeordnet aus Eisensilikaten und Alumosilikaten des Kalziums und der Alkalien. Überdies muß diese Schmelze, dem auf ihr lastenden Druck der Pneumatosphäre entsprechend, leichtflüchtige Bestandteile, vor allem Wasser und Wasserstoff, in molekular-disperser Form enthalten haben. Das ist aber eine Zusammensetzung, die etwa derjenigen eines olivinbasaltischen Magmas entspricht. Auf Grund der geologischen Tatsachen rückwärts folgernd, kommen wir zum Schluß, daß die erste flüssige Schale eine dem heutigen, olivinbasaltischen subkrustalen Magma analoge Zusammensetzung aufgewiesen haben muß. Der Grund, warum anzunehmen ist, daß das Urmagma keine wesentliche Veränderung erlitt und somit dem heutigen subkrustalen Magma entsprechen mußte, ist folgender: Die Geschwindigkeit der Konvektionsströmungen ist umgekehrt proportional zur Viskosität. Solange also die Viskosität niedrig war, sorgten kräftige Konvektionsströmungen für eine dauernde Durchmischung der Massen; als sie infolge der Abkühlung, Entgasung und Druckerhöhung anstieg, wurde die durchmischende Wirkung der Konvektionsströmungen zwar kleiner, aber die hohe Viskosität verhinderte dann ihrerseits das Absinken der ausgeschiedenen Kristalle und die damit zusammenhängende Differentiation des Magmas. Die einzige Veränderung, die stattfinden konnte, ist die durch die Konvektionsströme begünstigte Entgasung des Magmas. Durch

¹ Vgl. einleitende Abschnitte in: L. GLANGEAUD, Exper. 3, 58 (1947).

² Siehe Tafel V (Schema delle linee fondamentali della petrogenesi) in: A. RITTMANN, Vulcani, attività e genesi. Napoli 1944.

³ Die frühere Ansicht des Verfassers (Geol. Rdsch. 1939) ist durch die vorliegende Ausführung als überholt zu betrachten.

sie wird im Laufe der Zeit die Silikatschmelze nicht nur ärmer an eigentlichen Gasen (Wasserdampf, Wasserstoff), sondern auch an den mit den Gasen abdestillierenden, «gastransportfähigen» Substanzen, wie z. B. Chloride der Alkalien. Unter Berücksichtigung dieser langsamen Veränderungen können wir also schließen, daß das prägeologische Magma gasreicher war als das heutige subkrustale und überdies etwas mehr Alkalien enthielt. Ein solches Magma konnte aber durch komplexe Kristallisationsdifferentiation – wenn eine solche unter besonders günstigen lokalen Bedingungen überhaupt stattfand – keine granitische Restschmelze liefern, noch weniger als das heutige subkrustale Magma, das erfahrungsgemäß dazu nicht imstande ist. Wir müssen also schließen, daß der Granit nicht ein Differentiationsprodukt des Urmagmas sein kann und daß die ersten granitischen Gesteine und das erste Sial auf eine ganz andere Weise entstanden sein müssen.

Unter der Magmaschale folgte eine Masse hochkomprimierter Gase, deren Zusammensetzung bis zu größeren Tiefen aus den obenerwähnten Gründen derjenigen des Magmas praktisch gleich sein mußte, abgesehen von einem mit der Tiefe zunehmenden Gehalt an Wasser und Wasserstoff. Wir dürfen uns daher die Magmaschale nicht als einen ruhigen Ozean glutflüssiger Silikatmassen vorstellen. Die immer weiter fortschreitende, durch Konvektionsströme begünstigte Entgasung des Erdinnern, die auch heute noch im Vulkanismus ihren Fortgang manifestiert, hielt die Magmamassen in dauernder Bewegung und verhinderte dadurch, auch während der folgenden Phase der Krustenbildung, jegliche gravitative Kristalldifferentiation.

Über der Magmaschale lagerte eine gewaltige Gasfülle, die *Pneumatosphäre*. Sie bestand in der Hauptsache aus Wasser im superkritischen Zustand, dem erheblichen Mengen von Stickstoff, Wasserstoff, Kohlensäure, Salzsäure und vielerlei Chloride und Fluoride usw. beigemengt waren. Der Belastungsdruck, den die Pneumatosphäre auf die Magmaschale ausübte, mußte über 400 atm betragen haben, während die Temperatur in den unteren Teilen über 1000° C betrug. Die Pneumatosphäre hatte also die Eigenschaften einer pegmatitisch-pneumatolytischen Lösung und war demnach imstande, erhebliche Mengen von Verbindungen der pneumatophilen Elemente in molekulardisperser Form aufzunehmen¹. Die Durchgasung

¹ Als pneumatophile Elemente bezeichnet der Verfasser diejenigen, die sich in den pegmatitischen, pneumatolytischen und hydrothermalen Lösungen anreichern und dem Gastransport besonders stark unterworfen sind. Zu ihnen gehören die chalkophilen Elemente Cu, Zn, Pb, Ag, Hg, Au; S, As, Sb, Bi, Se, Te usw. sowie ein Teil der lithophilen Elemente wie Sn, W, Th, U, Nb, Ta, Zr, Ba, Sr, Be, Li; F, Cl, B, die seltenen Erden und die radioaktiven Elemente der Zerfallsreihen von U, Th und Ac. Auch die ausgesprochen lithophilen Elemente O, Si, Al, Fe, Mg, Ca, K und Mg weisen pneumatophile Tendenzen auf und nehmen am Aufbau der Pneumatosphäre teil.

der Magmaschale entfernte die gastransportfähigen Elemente und Verbindungen z. T. fast vollständig aus dem Magma und verfrachtete sie in die Pneumatosphäre, die ihrerseits in ihren höchsten Lagen immer noch erhebliche Mengen von Wasserstoff an den Weltraum abgab.

Der gewaltige Differentiationsprozeß, der mit der Kondensation der schwerflüchtigen Bestandteile begann, führte also gleichzeitig zur Bildung der Magmaschale und der Pneumatosphäre. Trotz des soeben erwähnten Zuwachses, den die Pneumatosphäre durch die Entgasung des Erdinnern und die Durchgasung des Magmas erhielt, darf man sie nicht als ein magmatisches Differentiat bezeichnen. In ihrer Hauptmasse ist sie der gasförmige Rückstand der durch Kondensation und Seigerung an schwerflüchtigen Substanzen verarmten Solarmaterie, die schon vorher den größten Teil ihres Wasserstoffs usw. an den Weltraum verloren hatte.

Im Verlauf der weiteren Abkühlung begann die Magmaschale von oben her zu erstarren. Die ersten Kristalle sanken ab, wurden aber sogleich wieder eingeschmolzen. Konvektionsströme brachten diese Schmelzen wieder nach oben, wo nach Gasabgabe erneute Kristallisation einsetzte. Schließlich bildete sich ein schwimmender Kristallbrei der zu zusammenhängenden, immer wieder zerstückelten Schollen erstarrte, aus denen sich aber endlich doch eine einheitliche Kruste bildete, die ihrer chemischen Zusammensetzung nach wie das Magma olivinbasaltischen Charakter aufwies. Man kann daher von einer *simatischen Kruste* sprechen. In Anbetracht der langsamen Abkühlung und des hohen Wasserdampfdrucks dürfte dieses Sima den petrographischen Charakter eines Hornblendeperidotits aufgewiesen haben. Solange die Temperatur in orthomagmatischen Grenzen blieb, konnte die chemisch sehr aktive Pneumatosphäre die Simakruste nicht angreifen.

Als die Temperatur der Pneumatosphäre unter etwa 800° C sank, nahm das Lösungsvermögen der Gase für Kieselsäure und Alumosilikate rasch ab, und diese mußten sich als Quarz, Feldspäte und Glimmer abscheiden. So entstand über der Simakruste eine *pegmatitische Oberkruste*, die ihrerseits, während des Absinkens der Temperatur auf etwa 400° C von pneumatolytischen, vorwiegend aus Quarz bestehenden Ablagerungen bedeckt wurde. Man muß sich diese pegmatitisch-pneumatolytische Krustenbildung als einen die ganze Erde umspannenden Vorgang vorstellen, darf aber daraus nicht schließen, daß eine völlig einheitliche Schale von kieselsäurereichem granitaplitischem Chemismus entstand. Vielmehr ist anzunehmen, daß der damals noch außerordentlich heftige simatische Vulkanismus in zahlreichen Eruptionen olivinbasaltische Magmen förderte, die sich als Gänge, Lagergänge und Ströme der pegmatitischen Kruste ein- und auflagerten. Es muß ferner darauf

hingewiesen werden, daß besonders im pneumatolytischen Anteil dieser Oberkruste überall in geringen Mengen seltene Mineralien abgesetzt wurden, an deren Bestandteilen die Pneumatosphäre unter den jeweils herrschenden Bedingungen übersättigt war. Vor allem sind die Erze Zinnstein, Wolframat, Molybdänit, Uranpecherz und wohl auch etwas Arsenkies, Kupferkies und Gold zu nennen, während die Verbindungen von Blei, Zink, Silber, Quecksilber u. a. vorerst noch in Lösung blieben.

Endlich führte die fortschreitende Abkühlung zur Kondensation des Wassers. Diese begann in den höheren Lagen der Pneumatosphäre mit Wolkenbildung. Die heißen Regen konnten natürlich vorerst die Erdkruste nicht erreichen, da das Wasser vorher wieder verdampft wurde. Allmählich senkte sich jedoch der Verdampfungshorizont immer tiefer und erreichte schließlich die Erdoberfläche. Bald war diese so weit abgekühlt, daß sich das Wasser auf ihr halten und seine zersetzende und erosive Tätigkeit beginnen konnte. Besonders zu Anfang mußte die chemische und mechanische Wirkung des Wassers außerordentlich groß gewesen sein, da unter den herrschenden Bedingungen der Kreislauf des weit über 100° C heißen Wassers sehr rasch erfolgte. Die Silikate der Kruste wurden daher fast ausnahmslos zersetzt und ausgelaugt. Die unlöslichen Zersetzungsrückstände, vor allem Quarz und tonige Substanzen, wurden von den stark mineralisierten Thermalwässern in die Senken der Erdkruste verfrachtet und dort sedimentiert. Daß solche ozeangroßen Senken bestanden, kann nicht bezweifelt werden, nachdem VENING-MEINESZ gezeigt hat, daß in einem rotierenden Planeten ein oktantenweise verteiltes System von subkrustalen Strömungen entstehen muß, das eine Verbeulung der Kruste zur Folge hat¹.

Das theoretische Studium dieser Sedimentationsvorgänge führt für die Zeit, als die Oberflächentemperatur wesentlich unter 100° C gesunken war, zu folgendem Bild der Erde: Die pegmatitische Oberkruste und die obersten Teile der simatischen Kruste waren in den hochgelegenen Teilen (Urkontinente) abgetragen und in die Senken (Urozeane) verfrachtet worden. Die Sedimente, die wir in ihrer Gesamtheit als *Protosial* bezeichnen, bestanden aus Quarzsand, tonigen, serizitischen und chloritischen Substanzen sowie aus hydrothermalen chemischen Absätzen (Karbonate von Ca, Mg, Fe usw.). Ein Teil des Natriums und geringe Mengen von Magnesium, Kalzium und Kalium blieben gelöst im Urozean. Die pauschale chemische Zusammensetzung des Protosials mußte einer vor allem an Natrium verarmten Mischung von pegmatitischem und simatischem Material entsprechen. Die unter verschiedenen Voraussetzungen durchgeföhrten Berechnungen führen zu etwa gabrodioritischen Chemismen,

die den intermediären Magmatypen der Kalkalkalireihe sehr nahe stehen. Die tief erodierten Urkontinente bestanden dagegen aus reinem simatischem Material von olivinbasaltischer Zusammensetzung (hornblendeperidotitischer Magmatyp NIGGLIS), das höchstens lokal von Rückstandssedimenten bedeckt war.

Um das Bild zu vervollständigen, muß noch erwähnt werden, daß sich im Protosial die Hauptmenge der pneumatophilen Elemente¹ wieder vereinigt fand, und zwar je nach deren vorhergegangenen geochemischen Wanderungen in verschiedener Verteilung. Während die Substanzen der hydrothermalen Absätze und diejenigen der zersetzen und gelösten Mineralien der pegmatitisch-pneumatolytischen Kruste ziemlich gleichmäßig verteilt im Protosial auftraten, mußten sich die schweren und schwer zersetzbaren Mineralien der Oberkruste mehr lokal in seifenartigen Ablagerungen angereichert haben. Danach ist beispielsweise für Blei, Zink, Silber, Kupfer und für die meisten radioaktiven Elemente eine diffuse Verteilung für Zinn, Wolfram, Bor (Turmalin) usw., eine sporadische Verteilung im Protosial anzunehmen.

Die entscheidende Bedeutung der Pneumatosphäre für die Bildung der Erdkruste, und insbesondere für die geochemische Verteilung der Elemente in dieser, dürfte aus dem Gesagten klar hervorgehen. Mit der Kondensation des Wassers und dem Niederschlag der pneumatolytischen Mineralien ging fast die ganze Pneumatosphäre in den flüssigen und festen Aggregatzustand über und wurde zur Hydrosphäre und zum geringeren Teil zur Lithosphäre. Der minimale, in gasförmigem Zustand verbleibende Rest bildete die Atmosphäre, die sich allmählich durch passive Anreicherung des Sauerstoffs infolge Verlustes von Wasserstoff an den Weltraum zur heutigen «atembaren» Atmosphäre entwickelte².

Die weitere prägeologische Entwicklung der Erdkruste kann hier nur kurz angedeutet werden, da eine Darstellung der geophysikalischen und geochemischen Vorgänge mit ihren mannigfachen Wechselwirkungen viel zu weit führen würde. Die Wärmeerzeugung durch die im Protosial verteilten radioaktiven Elemente verursachte eine rasche Zunahme der Temperatur mit der Tiefe. Die unter der Belastung absinkende Kruste wurde daher an ihrer Basis eingeschmolzen. Die bestehenden subkrustalen Strömungen blieben vorerst unverändert und hielten das Protosial in seiner anisostatischen Tieflage zurück. Die Einschmelzung der Unterkruste und die dehnende Wirkung der Strömungen erleichterte die Durchgasung, wodurch die Metamorphose der unteren Teile des Protosials bis zur selektiven Anatexis gesteigert wurde. So entstand das erste granitische Magma, das sich sammelte und in die oberen Teile des Protosials diapirisch eindrang, wo es

¹ Siehe Fußnote 1, S. 312.

² Siehe W. KUHN, 1. c., 1941 und 1942.

zu granitischen Plutonen erstarrte. Durch diesen Vorgang wurden die leicht schmelzenden eutektischen Mischungen und der größte Teil der pneumatophilen Elemente nach oben verfrachtet, wo sie, zusammen mit den metamorphosierten Sedimenten, das erste eigentliche Sial bildeten. Allmählich schied sich so das Protosial in ein oberes vorwiegend granitisches Sial A und ein unteres Sial B, das eine noritartige Zusammensetzung besitzt.

Im Verlauf dieses metamorphen Differentiationsprozesses reicherten sich die radioaktiven Substanzen immer mehr im Sial A an, was zur Folge hatte, daß die radioaktiv erzeugte Wärme nur noch wenig zur Temperaturerhöhung in der Kruste beitrug, die sich deshalb abkühlte und an der Basis durch auskristallisierendes Magma verdickte. Dadurch entstanden laterale Temperaturgradienten zwischen Urozeanen und Urkontinenten, die vorerst bremsend auf die vorhandenen subkrustalen Strömungen wirkten und sie schließlich durch ein entgegengesetzt gerichtetes Strömungssystem ersetzten. Die unmittelbare Folge dieses Vorgangs war der isostatische Aufstieg der Sialmassen und die Versenkung der Urkontinente, die von da an den Boden der heutigen Ozeane vom Typus des Pazifiks bilden. Mit dem Emportauchen der Keimschollen der sialischen Kontinente und der Bildung der Ozeane mit simatischer Unterlage war die prägeologische Entwicklung der Erde abgeschlossen. Von da an herrschen innerhalb enger Grenzen gleichbleibende Bedingungen, die das geologische Geschehen regeln, für das das LYELLSche Aktualitätsprinzip Gültigkeit hat.

Im wesentlichen ist die prägeologische Entwicklung der Erde ein Abkühlungs- und Entgasungsprozeß, in dessen Verlauf sich die ursprüngliche homogene Solar- materie immer stärker differenzierte. Zusammenfassend läßt sich dieser Vorgang in folgende sechs Epochen einteilen, deren jede durch das Vorherrschen eines besonderen Differentiationsprozesses gekennzeichnet ist:

1. *Epoche der gravitativen Gasdifferentiation:* Durch Verlust der leichten und leicht ionisierbaren Elemente an den Weltraum reichern sich die schwereren Elemente an. Konvektionsströme mit abnehmendem Tiefgang. Entstehung des Erdkerns.

2. *Epoche der Kondensation der schwerflüchtigen Stoffe:* Bildung der olivinbasaltischen Magmaschale und der Pneumatosphäre durch Kondensationsdifferentiation der äußeren, teilweise an leichten Elementen verarmten Solar- materie.

3. *Epoche der Bildung der simatischen Erstarrungs- kruste* durch Kristallisation der Magmaschale von oben her.

4. *Epoche der Bildung der pegmatitisch-pneumato- lytischen Kruste* durch Sublimationsdifferentiation der Pneumatosphäre unter Beteiligung des simatischen Vulkanismus.

5. *Epoche der Kondensation des Wassers:* Bildung der thermalen Hydroosphäre und der Atmosphäre durch

Kondensationsdifferentiation der Pneumatosphäre. Erosion und Sedimentation. Herausbildung der simatischen Urkontinente und Entstehung des Protosials in den Urozeanen.

6. *Epoche der Bildung der Kontinente und Ozeane:* Entstehung von granitischem Sial A und noritischem Sial B durch metamorphe Differentiation des Protosials. Inversion der subkrustalen Strömungen. Isostatische Hebung der Sialschollen und Senkung der simatischen Urkontinente, die zu Ozeanböden werden.

Durch diese prägeologische Entwicklung sind Bedingungen geschaffen worden, die notwendigerweise zur Ausbildung von Geosynklinalen und Orogenen führen mußten, in deren Verlauf es immer wieder zu Erosion, Sedimentation, Metamorphose, Migmatit- und Granitbildung kommt. Dabei spielt die immer noch andauernde Entgasung des Erdinnern eine entscheidende Rolle¹. Die durch die prägeologische Entwicklung geschaffene geochemische Verteilung der Elemente läßt uns verstehen, warum granitische Magmen nur im Bereich der Sialschollen auftreten, warum die Eruptivgesteine der Orogenen der Kalkalkalireihe, diejenigen der Kratone häufig und die der Tiefkratone immer der Natronreihe angehören. Sie liefert uns auch den Schlüssel zum Verständnis der räumlichen Verteilung der Erzlagerstätten, ihres Gebundenseins an das Sial, der mehr diffusen Verteilung der Blei-, Zink- und Kupferlagerstätten, gegenüber dem sporadischen Auftreten der bereits prägeologisch lokal angereicherten Zinn- und Wolframerze².

Diese kurzen Hinweise mögen genügen, um zu zeigen, wie wichtig es ist, sich ein Bild von der prägeologischen Entwicklung der Erde zu machen, wenn man die geologischen Probleme der Gegenwart ihrer Lösung näherbringen will.

Summary

Geological events are evidently the logical consequences of the conditions established by the pregeological evolution of the earth. It is therefore of the greatest interest to study as far as possible, and especially by means of physico-chemical laws, the earliest history of the earth. In another paper the author will show, that, in order to explain satisfactorily the geochemical and astrochemical facts, one must start from the conception of a very hot gaseous body of solar composition, the hypotheses of meteorites or planetesimals being absolutely inadequate to this end. In earlier papers Prof. KUHN and the author attempted to analyze the evolution of the earth's interior and, after having shown the impossibility of the formation of an iron core, concluded that the core of the earth must consist of highly compressed gaseous solar material, which has lost only a part of its hydrogen content.

The present paper gives a short description of the surface history of the earth in pregeological time, as it

¹ A. RITTMANN, Geol. Rdsch. 33, 485 (1942); R. C. Accad. Sci. fis. mat., Napoli 13, p. 4 (1945).

² A. RITTMANN, F. IPPOLITO und L. VIGHI, Sulla genesi dei giacimenti minerari (lavoro in corso).

can be deduced by physico-chemical laws from the geochemical facts. Six periods can be distinguished and are characterized by the following chief events:

(1) Enormous loss in the cosmic space of light elements, and especially of those readily ionizable, and, in consequence, enrichment of the heavier ones in the outer parts of the gaseous sphere, thus causing, together with the cooling, strong convection.

(2) Condensation of the less volatile constituents and formation of the liquid (about olivinebasaltic) magma-shell and of the pneumatosphere, which had all the characteristics of a pneumatolitic solution and contained the chief part of all pneumatophile elements. Degasification of the liquid shell and of the layers below it increased the bulk of the pneumatosphere, but the convection currents did not reach the core, which remains unaltered to this day.

(3) Formation of a solid simatic crust by crystallization of the outer parts of the magma-shell.

(4) Formation of a pegmatitic uppercrust by the deposit of pneumatolitic minerals and ores from the cooling pneumatosphere. This uppercrust was mingled with the olivinebasaltic materials of intensive volcanism.

(5) Condensation of the water in the pneumatosphere, which changed to an atmosphere with slowly increasing content of free oxygen, due to the disassociation of water and escape of hydrogen in the uppermost layers

of the early atmosphere. The highly active hydrothermal solutions eroded the uppercrust and even parts of the simatic crust in the higher regions and carried great quantities of sediments into the growing primary oceans, accumulating there the protosial rich in quartz. Thus were formed the primary simatic continents and the primary protosialic ocean floors.

(6) The protosial was metamorphosed by heat and the addition of gases from the underlying magma. Anatexis and diapirism took place and caused the first granitic sial under the primary oceans. Isostatic readjustment then caused the uplift of the sialic masses, which became the germs of the geological continents, while the immersion of the primary continents brought forth the geological oceans with simatic floors. This isostatic readjustment marks the beginning of geological time.

The pregeological history, as summarized above explains many geological facts as e.g. the regional distribution of the magma series, the connection of ore deposits with the alcalic series, the great diffusion of lead, zinc and copper ores, and the sporadicity of tin, tungsten and molybdenum. It shows also why granites are formed only in orogenic and continental areas and are lacking in the Pacific, and it reveals the origin and nature of the energy which causes volcanism, metamorphism and orogenesis. The earth's evolution is shown to be caused essentially by an asymptotic process of degasification which still continues.

DISPUTANDA

Über die Gestalt von Fadenmolekülen in Lösung

Von WERNER KUHN, Basel

Unter dem Titel «Die Drehbarkeit der C—C-Bindung und die Gestalt der Kettenmoleküle in Lösung» ist von G. BIER¹ in dieser Zeitschrift ein Aufsatz veröffentlicht worden, in welchem die von H. STAUDINGER herührende Ansicht vertreten wird, daß Fadenmoleküle in Lösung nicht die Gestalt statistischer Knäuel, sondern die gerader Stäbe besitzen sollen. Da ich vom Herausgeber um Stellungnahme ersucht werde, möchte ich im Nachfolgenden zu den einzelnen von BIER vorgebrachten Argumenten folgendes bemerken:

1. Das erste von BIER vorgebrachte Argument lautet: Lösungen von Kettenmolekülen mit sehr verschiedenem Aufbau befolgen das gleiche empirisch gefundene Viskositätsgesetz.

Gemeint ist die von STAUDINGER gefundene Gesetzmäßigkeit, wonach für verdünnte Lösungen der Glieder einer polymerhomologen Reihe

$$\frac{\eta_{sp}}{c} = K_m M \quad (1)$$

ist. Dabei bedeutet η_{sp} die spezifische Viskosität der Lösung, c die Konzentration in Grundmol pro Liter, K_m eine für die polymerhomologe Reihe charakteristische Konstante, M das Molekulargewicht der gelösten hochpolymeren Substanz.

Hierzu ist folgendes zu sagen: Die Viskosität einer Lösung hängt sicher in empfindlicher Weise von der genauen Gestalt und Größe der in Suspension befindlichen Makromoleküle ab. Zusammen mit der empirischen Beziehung (1) läßt sich aber daraus nur der Schluß ziehen, daß zwischen der mittleren Gestalt der Moleküle einerseits, dem Molekulargewicht andererseits irgendeine quantitative Beziehung besteht. Es ist aber nicht, wenigstens nicht ohne weiteres, der Schluß zulässig, daß die Moleküle gerade Fäden seien. Die Stabform ist zunächst eine hypothetische Möglichkeit. Die Frage, ob die Annahme der Stabform zur Beziehung (1) führt, ist ein *hydrodynamisches Problem*. Dasselbe ist zuerst von W. KUHN¹,

¹ W. KUHN, Z. physikal. Chem. [A] 161, 1 (1932); Koll. Z. 62, 269 (1933). — W. KUHN und H. KUHN, Helv. chim. Acta 28, 97 (1945).

¹ G. BIER, Exper. 2, 82 (1946).

später auch von andern Autoren eingehend behandelt worden. Das Ergebnis lautet, daß für Suspensionen polymerhomologer Stäbe

$$\left(\frac{\eta_{sp}}{c}\right)_{Stab} = K_m' \cdot M^2 \quad (2)$$

gelten müßte:

Das empirische Gesetz (1) steht also mit der Hypothese geradegestreckter Fadenmoleküle in Widerspruch.

Gleichzeitig zeigten statistische Betrachtungen, daß der Abstand h zwischen Anfangs- und Endpunkt eines statistisch gekrümmten Fadenmoleküls proportional

2. Das zweite von BIER vorgebrachte Argument lautet: Fadenmoleküle gleicher Kettenlänge, aber verschiedener Dicke (polymeranaloge Verbindungen) haben bei gleicher Solvatation die gleiche Viskositätszahl. Dieses Ergebnis sei bei Annahme der langgestreckten Gestalt der Moleküle verständlich.

Wenn der hier angeführte Tatbestand experimentell richtig ist, muß, wenn M_g das Molgewicht des Grundmoleküls bedeutet, $K_m \cdot M_g$ für polymeranaloge Verbindungen, also z. B. für Zellulose, Azetylzellulose, Benzylzellulose, Methylzellulose, Nitrozellulose usw., übereinstimmen. In der nachstehenden Tabelle I sind

Tabelle I
Vergleich der Größe $K_m \cdot M_g$ bei Zellulose und deren Derivaten

Polymerhomologe Reihe	Lösungsmittel	Grundmolekül	M_g	$K_m \cdot 10^4$	$K_m \cdot M_g \cdot 10^2$
Zellulose*	Kupfer(II)-tetraamminhydroxyd	$-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH})_3-$	163	5,0	8,2
Zellulosetriazetat*	<i>m</i> -Kresol Chloroform	$-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OCOCH}_3)_3-$	240	6,3 5,3	15 13
Methylzellulose*	Wasser Chloroform <i>m</i> -Kresol	$-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OCH}_3)_x(\text{OH})_{3-x}-$	189 194 194	11 11 13	21 21 25
Äthylzellulose*	Chloroform <i>m</i> -Kresol	$-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OC}_2\text{H}_5)_x(\text{OH})_{3-x}-$	225	12,5 11	28 25
Nitrozellulose**					
Stickstoffgehalt 11,1%				250	5,7
Stickstoffgehalt 12,5%	Azeton	$-\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2(\text{OH}_2)_x(\text{OH})_{3-x}-$	270	7,0	19
Stickstoffgehalt 14,0%				294	12,7
Stickstoffgehalt 12–13%	Butylazetat			270	14,0

* Die angeführten K_m -Werte wurden aus W. PHILIPPOFF, Viskosität der Kolloide, Dresden und Leipzig 1942, S. 364, entnommen.

** P. JULLANDER, Arkiv för kemi, mineralogi och geologi 21, A Nr. 8, insbes. S. 101 (1945).

mit der Quadratwurzel des Polymerisationsgrades ansteigt¹ und die Hydrodynamik zeigt, daß bei *Zugrundelegung dieses Zusammenhangs zwischen Molekülgestalt und Molekulargewicht genau die Beziehung (1) erhalten wird*². Die Beziehung (1) läßt sich also durchaus zu Schlüssen über die Molekülgestalt verwenden, jedoch in dem Sinne, daß (1) in Übereinstimmung mit der Annahme der statistischen Knäuelgestalt und im Widerspruch mit der Annahme geradegestreckter Moleküle steht.

Ganz analog steht es mit dem Betrag und der Orientierung der Strömungsdoppelbrechung in Abhängigkeit von M sowie mit den aus Viskositäts- und Strömungsdoppelbrechungszahlen zu bildenden Quotienten (vgl. I. c. I.).

¹ Vgl. Zusammenfassung bei W. KUHN, Exper. 1, 6 (1945).

² W. KUHN und H. KUHN, Helv. chim. Acta 26, 1394 (1943), im folgenden als I. c. I. bezeichnet. – Siehe auch L. M. HUGGINS, J. phys. Chem. 43, 439 (1939).

nun, nach Messungen von STAUDINGER und andern Autoren die Werte $K_m \cdot M_g$ für polymeranaloge Verbindungen zusammengestellt. Man sieht, daß diese Werte (letzte Kolumne) für Zellulose und deren Derivate in weiten Grenzen, etwa im Verhältnis 1:4 schwanken. Die Werte hängen beispielsweise vom Grade der Nitrierung von Nitrozellulose ab. Sie sind für ein und dasselbe Produkt auch vom Lösungsmittel abhängig. Dies erkennt man insbesondere aus Tabelle II am Beispiel der Polyäthylenoxyde. Von einer Konstanz der Werte $K_m \cdot M_g$ wird man bei unbefangener Betrachtung nicht sprechen. Die von STAUDINGER¹ und von BIER gegebene Beweisführung besteht jetzt in der ohne Beziehung weiterer Argumente gegebenen Erklärung, daß in allen den Fällen, in

¹ H. STAUDINGER, Die hochmolekularen organischen Verbindungen. Berlin 1932.

denen $K_m \cdot M_g$ bei polymeranalogen Verbindungen differiert, verschiedene Solvatation vorliegt. Damit sei bewiesen, daß $K_m \cdot M_g$ bei gleicher Solvatation identisch ist. Es ist klar, daß diese Argumentation auf eine einfache Streichung aller der Beobachtungsergebnisse hinausläuft, welche dem von diesen Autoren gewünschten Resultat widersprechen und daß man nach dieser Methode beliebige Gesetzmäßigkeiten aus einer gegebenen Beobachtungsreihe herauslesen kann.

Tabelle II

Abhängigkeit der K_m -Konstanten von Polyäthylenoxyden vom Lösungsmittel¹

Lösungsmittel	$K_m \cdot 10^4$
Benzol	1,8
Dioxan	1,7
Wasser	1,9
Eisessig	2,6
Tetrabromäthan	2,5
Formamid	1,6

3. Das dritte in der Arbeit von BIER gegebene Argument heißt: Mit dem Bild des Knäuels sei schlecht vereinbar das Kristallisierungsvermögen verschiedener langkettiger Verbindungen aus Lösung.

Hierzu darf gesagt werden, daß das Kristallisierungsvermögen makromolekularer Substanzen aus Lösung im allgemeinen nicht gut ist; im übrigen aber ist zu bedenken, daß von einer Kristalloberfläche auf Moleküle oder Molekülteile, die sich derselben von der Lösung her nähern, orientierende Kräfte ausgeübt werden. So ist namentlich auf Grund der Beobachtungen von H. ZOCHER bekannt, daß viele Farbstoffe an Kristalloberflächen oder an Glasoberflächen, die durch schwaches Reiben anisotrop gemacht sind, orientiert adsorbiert werden. Man darf aber daraus nicht auf eine entsprechende Orientierung der Farbstoffmoleküle in Lösung schließen. Entsprechende Molekülorientierungen treten beispielsweise (nach LANGMUIR) bei Fettsäremolekülen ein, wenn sie sich in der Grenzfläche wässrige Lösung—Luft befinden. Auch in Schmelzen, und überhaupt immer dann, wenn große und spezifische intermolekulare Wechselwirkungen auftreten, muß mit einer Beeinflussung der Molekülgestalt durch die Einwirkung der Umgebung gerechnet werden. Es würde daher oberflächlich sein, wenn man behaupten wollte, daß die unter Einwirkung bestimmter Kräfte auftretende Gestalt oder Orientierung eines gegebenen Moleküls auch bei Abwesenheit jener Kräfte stets dieselbe sei. Es empfiehlt sich, mit Verallgemeinerungen auf diesem Gebiete vorsichtig

zu sein. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß man Fälle finden wird, in welchen Fadenmoleküle in Lösung oder in Schmelze wirklich gestreckt sind (man denke an die flüssigen Kristalle), muß es aber ablehnen, eine solche Möglichkeit mit einem das ganze Gebiet überdeckenden Beweis zu verwechseln.

4. Der vierte von BIER angeführte Punkt heißt wörtlich: «Als Gegenargument gegen die Grundlagen der Theorie der statistisch geknäuelten Gestalt der Moleküle führt STAUDINGER an, daß die C—C-Bindung nicht frei beweglich ist, sondern daß ein Energiebetrag nötig ist, um die gegenseitige Lage zweier Kohlenstoffe zu ändern.»

Hierzu darf man doch sagen: Aus der Feststellung, daß ein Körper eine gewisse Formstabilität besitzt, folgt noch lange nicht, daß er ein gerader Stab sei. Es gibt tatsächlich Körper wie Kühlschlägen oder knorrige Baumäste, deren einzelne Teile gegeneinander nicht frei beweglich sind, die aber doch keine geraden Stäbe sind.

Im übrigen ist der Einfluß der Formzähigkeit auf das praktische Verhalten von Fadenmolekülen in Lösung in einigen kürzlich erschienenen Arbeiten von W. KUHN und H. KUHN ausführlich behandelt worden¹. Es wurde gezeigt, daß Lösungen von Fadenmolekülen mit großer Formzähigkeit bei großem Strömungsgefälle eine Abnahme der spezifischen Viskosität mit wachsendem Strömungsgefälle zeigen. Zudem gibt sich die Formzähigkeit der Moleküle im Bereich starker Strömungsgefälle im Verhalten der Orientierung und des Betrages der Strömungsdoppelbrechung zu erkennen. Es wurde weiter gezeigt, daß alle diese Effekte wirklich beobachtet werden, und zwar so, daß diejenigen Moleküle, denen man zufolge Ihres Verhaltens bei der Viskosität eine große Formzähigkeit zuschreiben muß, auch bei der Strömungsdoppelbrechung die zu erwartenden Besonderheiten zeigen und umgekehrt. Es kann aus den genannten Beobachtungen sogar die Anregungsenergie q bestimmt werden, welche notwendig ist, damit das Fadenmolekül durch Drehung um eine bestimmte Valenzrichtung als Achse von einer Stellung minimaler potentieller Energie in eine benachbarte gleichwertige Lage (minimaler potentieller Energie) gelangen kann.

Einige solcher q -Werte sind in Tabelle III zusammengestellt. Es kann auf Grund dieser q -Werte auch die Zeit angegeben werden, welche der Fadenendpunkt braucht, um sich in einem Lösungsmittel, dessen Viskosität klein ist, relativ zum Fadenanfangspunkt um eine Strecke $2 h_0$ zu verschieben (h_0 ist dabei der mittlere Abstand zwischen Fadenanfangs- und -endpunkt in der Lösung). Wir haben diese Zeit als *Makrokonstellationswechselzeit* θ bezeichnet; sie ist in

¹ Die angeführten K_m -Werte wurden aus H. STAUDINGER, Die hochmolekularen organischen Verbindungen, Berlin 1932, S. 309, entnommen.

1 W. KUHN und H. KUHN, Helv. chim. Acta 28, 1533 (1945); 29, 71 (1946); 29, 609 (1946); 29, 830 (1946).

der letzten Spalte der Tabelle III angegeben. Auch für den Fall, daß die Viskosität des Einbettungsmediums nicht sehr klein (bzw. den Fall, daß der Polymerisationsgrad sehr groß) ist, läßt sich der Einfluß des Einbettungsmediums auf die Makrokonstellationswechselzeit θ leicht angeben. Es zeigt sich, daß z. B. in einem Einbettungsmedium von der Viskosität $\eta_0 = 10^{-2}$ Poisen und für Moleküle von Nitrozellulose die Wechselzeit θ bis zu einem Polymerisationsgrad $Z = 1000$ von Z unabhängig etwa eine Tausendstelsekunde beträgt. In einer Tausendstelsekunde ändert sich also die Konstellation eines solchen Moleküls trotz Widerstands des Einbettungsmediums und trotz des Vorhandenseins einer Anregungsenergie für Konstellationswechsel vollständig.

Tabelle III

Substanz	Lösungsmittel	q cal/Mol	θ (sec) für Polymerisationsgrade $Z \leq 1000$
Nitrozellulose ..	Butylazetat ..	11 000	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Nitrozellulose ..	Cyclohexanon	8 500	$4,7 \cdot 10^{-5}$
Methylzellulose	Wasser	7 600	$6,4 \cdot 10^{-6}$
Polystyrol	Cyclohexanon	11 400	$1,6 \cdot 10^{-4}$

Wenn somit BIER den Großteil der in seinem Aufsatze enthaltenen weiteren Ausführungen auf der These aufbaut, daß Konfigurationswechsel zwar bei Äthan auftreten (etwa 10^9 Wechsel pro Sekunde), daß aber ähnliche Wechsel bei hochpolymeren Verbindungen *überhaupt* nicht mehr auftreten (siehe z. B. Punkt 2 in der Zusammenfassung von G. BIER), so handelt es sich, ähnlich wie bei der STAUDINGERSchen Interpretation der Beziehung (1), um eine aus dem Gefühl geschöpfte, einer quantitativen Betrachtung nicht standhaltende Behauptung.

Im übrigen sei darauf hingewiesen, daß über den Knäuelungsgrad hochpolymerer Fadenmoleküle bei vielen Autoren unrichtige Vorstellungen bestehen, unrichtig in dem Sinne, daß die meisten sich die Knäuel viel zu kompakt vorstellen. So ist der mittlere Abstand zwischen Anfangs- und Endpunkt eines statistisch geknäuelten, aus 100 C-Atomen bestehenden normalen Paraffinkohlenwasserstoffes nur dreimal kleiner, für die Kohlenstoffzahl 50 gerade noch halb so groß als die Länge der gestreckten Zickzackkette. Vergleiche die 1. c. I gemachten Angaben über die Gliederzahl

s_m und die Länge A_m der statistischen Verzugselemente. (Beispiel: $s_m = 11$ für Paraffinkohlenwasserstoffe in Benzol.)

Da wir statistische Aussagen nur für Fadenmoleküle machen können, welche *viele statistische Faden-elemente* enthalten, so sehen wir weiter, daß die Kettengliederzahl eines Moleküls, dessen Viskosität wir auf Grund der statistischen Knäuelgestalt diskutieren wollen, ein großes Vielfaches von s_m , also im Falle von Paraffinkohlenwasserstoffen ein großes Vielfaches von 11 sein muß. Dieser Gesichtspunkt ist von BIER bei der Diskussion von Viskositätsmessungen und der Ringschlüsse an Modellsubstanzen ganz offensichtlich übersehen worden. Ich halte es aus diesem Grunde und nach allem, was im Vorstehenden gesagt wurde, nicht für angebracht, an dieser Stelle auf weitere, zum Teil elementare Dinge, die der BIERschen Argumentation entgegenzuhalten wären, einzugehen.

Zusammenfassend möchte ich wiederholen, daß der Einfluß der Gestalt von Fadenmolekülen mit großer oder kleiner Formzähigkeit durch *quantitative* Behandlung und Vergleich mit der Erfahrung festgestellt werden kann und festgestellt wurde, und zwar mit dem Ergebnis, daß in einer großen Zahl bisher untersuchter Fälle statistische Knäuel mit angebaren Abmessungen vorliegen. Ich halte es nicht für richtig, wenn BIER an dieser vorhandenen quantitativen Behandlung und deren Ergebnissen vorübergeht und dafür versucht, auf Grund von Argumenten, wie sie z. B. unter Punkt 4 besprochen wurden, allgemeingültige Aussagen zu machen.

Summary

Some arguments put forward by G. BIER in a recent article in order to support H. STAUDINGER's assumption that chain molecules in solution should behave like straight rigid rods are examined. It is shown that the assumptions made by G. BIER are largely arbitrary. The main argument is the assumption that the C-C-bond in long chain molecules should not show any rotation. As far as this point is concerned, attention is drawn to some recent publications showing that the viscosity of shape of chain molecules can be determined by experiment (specific viscosity and double refraction of flow at high velocity gradients). According to these determinations the time necessary for a complete change of shape, using partially free rotation, is of the order of 10^{-5} – 10^{-3} seconds for molecules like nitrocellulose or polystyrene up to degrees of polymerization of several thousands and for viscosities of the solvent of the order of 10^{-2} poises.

Brèves communications - Kurze Mitteilungen

Brevi comunicazioni - Brief reports

Les auteurs sont seuls responsables des opinions exprimées dans ces communications. — Für die kurzen Mitteilungen ist ausschließlich der Autor verantwortlich. — Per le brevi comunicazioni è responsabile solo l'autore. — The editors do not hold themselves responsible for the opinions expressed by their correspondents.

Stratosphärische Wellenvorgänge als Ursache der Witterungssingularitäten

Die Frage nach den Ursachen der Singularitäten im Witterungsverlauf ist bisher nur selten über allgemeine Vermutungen hinaus behandelt worden. SCHMAUSS hatte schon in seiner ersten Arbeit¹ die Ausbrüche arktischer Kaltluft in die niedrigen Breiten in ihrer Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung als Beispiele kalendermäßig gebundener Wetterlagen² dargestellt. Ähnliches gilt auch von den als «Sommermonsun» bezeichneten Meeresluftsteinbrüchen in das überhitzte Festland. So sehr diese rein thermische Erklärung einleuchtet und sicher auch einen wesentlichen Anteil am Zustandekommen des normalen jährlichen Witterungsablaufes hat: als allgemeine Erklärung für alle Witterungssingularitäten reicht sie nicht aus, wie bereits mehrfach betont wurde^{3,4}. Nachdem wiederholt unabhängig voneinander die Existenz von Symmetriepunkten im Singularitätenkalender nachgewiesen worden war⁵ — SCHMAUSS, 1929, SPRINGSTUBBE, 1934, FLOHN, 1940, und MÜLLER-ANNEN, 1941 — setzte sich mehr und mehr die Erkenntnis vom Wellencharakter der Singularitäten durch, auf die außer SCHMAUSS auch LETTAU⁵ schon 1931 hingewiesen hatte. Insbesondere die mit dem Aufbau und Abbau der quasistationären «steuernden» Hochdruckgebiete verbundenen Großwetterumstellungen, die im Einzelfall so oft kalendermäßig gebunden auftreten, hängen mit großräumigen Schwingungsvorgängen zusammen, die von WEICKMANN und seinen Schülern in zahlreichen Einzeluntersuchungen erforscht wurden.

Wenn nun Wellenvorgänge an der Entstehung der Witterungssingularitäten beteiligt sein sollen, dann ist hierzu nicht nur notwendig, daß Wellen und Singularitäten überhaupt existieren, sondern daß auch die im Einzelfall auftretenden Wellen bzw. Spiegelungspunkte kalendermäßig gebunden sind. Das ist aber nur vorstellbar, wenn die dominierenden Wellen selbst — wenn auch mit sehr starken Schwankungen ihrer Amplitude, viel-

leicht sogar ihrer Phase — durchhalten und so immer wieder zu Schwingungen führen, die zu bestimmten Kalenderterminen in gleicher oder doch ähnlicher Form auftreten. In einer allgemein-verständlichen Darstellung der Grundlagen der Klima- und Wetterkunde gibt WEICKMANN¹ die Symmetrieperscheinungen im Luftdruckverlauf der 8 Winter 1922–30 in Leipzig wieder. Wir können die Winter 1941–44 sowie 1946/47 hinzufügen, und erhalten in diesen 12 Wintern folgende Symmetriepunkte: 15., 16., 20., 21., 22., 24., 25., 26., 27., 30. Dezember, 2. und 15. Januar. Der «kollektive» Winterspiegelungspunkt für den Zeitraum 1901–15 liegt gleichfalls am 21. Dezember; daneben tritt bei zyklonalen Wetterlagen auch noch ein (sekundärer?) Spiegelungspunkt am 13. Januar auf². Auch bei dem — die Stärke der Zonalzirkulation für Europa wiedergebenden — Luftdruckgradienten St. Mathieu–Lerwick findet SCHMAUSS bei Untersuchung der Einzelfälle eine immerhin beachtliche Symmetrie zum 21. Dezember³ sowie eine wesentlich bessere zum 21. Juni. Zugleich ergab sich eine Art Fernbindung dieser beiden Spiegelungspunkte untereinander, die man sich zwar nicht allzu eng vorstellen darf, die jedoch die Existenz jahreszeitlich verankerter Wellen bestätigt. In einer neueren Untersuchung des Luftdruckganges in 3000 m Höhe (Zugspitze) findet SCHMAUSS⁴, daß in jedem Einzeljahr 1901–35 ein derartiger Spiegelungspunkt im Sommer wie im Winter auftritt — hier allerdings wegen der Höhenlage und des thermischen Einflusses erheblich verspätet; die übrigen Singularitäten ließen sich im Gegensatz zu den Spiegelungspunkten nicht in jedem der 35 Jahre mit Sicherheit wiedererkennen. Der Eintrittstermin der beiden Spiegelungspunkte schwankt maximal um 8 Tage (Sommer) und 12 Tage (Winter); die mittlere Streuung beträgt nach den angegebenen Daten nur 1,5 bzw. 2,1 Tage. Dabei ist es besonders beachtlich, daß in 55 % aller Fälle der Winterspiegelungspunkt in einem kontinentalen Hochdruckgebiet liegt; der gesamte antizyklonale Anteil der Wetterlagen liegt mit 78 % höher als an jedem anderen Wintertage. Es handelt sich dabei offensichtlich um eine Spiegelung bestimmter Großwetterlagen, wie im einzelnen näher begründet wird.

Bei der Verwendung von Rhythmen zur Großwettervorhersage ergibt die Erfahrung, daß viele Rhythmen in der freien Atmosphäre, etwa im Niveau der 500-mb-Fläche, klarer und ungestörter auftreten als am Boden. Es handelt sich vielfach um «steuernde» Wellen, wie sie SCHMIEDEL⁵ näher untersucht hat. Für die Singularitäten haben sich schon öfters die Bergstationen als geeignetes Untersuchungsobjekt erwiesen. So mehren sich die Hinweise, daß der Sitz derjenigen Wellen, die den Großwetterablauf steuern und mit ihrer kollek-

¹ A. SCHMAUSS, Dtsch. meteorol. Jb., Bayern 1928, Anhang B.

² Der Begriff «Wetterlagen» darf in diesem Zusammenhang nicht allzu eng definiert und verstanden werden. Wenn man 15 oder noch mehr verschiedene Großwettertypen unterscheidet⁶, dann ist es kaum mehr möglich, bei diesen Singularitäten aufzufinden, da der einzelne schon recht spezielle Typ nur noch selten vorkommt. Aber eine typische Hochdrucksingularität für den größten Teil Mitteleuropas ist nicht an das Auftreten eines Zentralhochs über dem gleichen Gebiet gebunden: der Hochkern kann auch über Osteuropa, über Südskandinavien (Ostlage) oder über den Alpen (nördliche Westlage) liegen; es kann sich auch um eine langgestreckte zonale Hochdruckbrücke Azoren–Rußland handeln. Legt man solche Zusammenfassungen zugrunde, dann findet man sehr charakteristische Singularitäten, wie bereits⁷ gezeigt wurde.

³ H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41 (1942).

⁴ W. LAUN, Z. angew. Met. 305–309 (1943); 82–83 (1944).

⁵ H. LETTAU, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 5, 107–167 (1931).

⁶ F. BAUR, P. HESS und H. NAGEL, Forsch. und Erf. Ber. RDW., Reihe B, Nr. 12, (1943).

⁷ Zentrale Wetterdienstgruppe, «Die Großwetterlagen Mitteleuropas I, II», Potsdam 1944.

¹ L. WEICKMANN in: «Klima — Wetter — Mensch», hg. von R. WOLTERECK (1938), Abb. 44.

² H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41 (1942).

³ A. SCHMAUSS, Met. Z. 89–99, 140–149 (1940).

⁴ A. SCHMAUSS, Abh. Bayr. Akad. Wiss., Math. Nat. Kl., N.F., Heft 53 (1943).

⁵ H. SCHMIEDEL, Veröff. Geophys. Inst. Leipzig 9, 1–102 (1937).

tiven Verankerung im Kalender die Singularitäten der Witterung erzeugen, in höheren Luftsichten zu suchen ist. Diese Frage ist in den letzten Jahren, nachdem regelmäßig Wetterkarten höherer Schichten (bis über 20 km Höhe hinaus) gezeichnet werden konnten, weiter gefördert worden. SCHERHAG hat¹ auf die Existenz einer etwa 30tägigen Welle in der Hochstratosphäre im Winter 1941/42 hingewiesen, die sich mit abnehmender Amplitude den ganzen Sommer über hielt und auch im Winter 1942/43 deutlich auftrat. Ebenso erschien sie im Winter 1943/44 von neuem. Sie kommt im kollektiven Verlauf der Singularitäten besonders gut heraus². Mit einer solchen kollektiven 30,5tägigen Welle hängt das Auftreten von antizyklonalen Witterungssingularitäten jeweils um den 21. der Monate November, Dezember, Januar, Februar und März zusammen. Diese Singularitäten traten in den Wintern 1941–44 recht deutlich auf; SCHERHAG wies bereits auf die zugehörigen Maxima in Nähe der Solstitionen (20. Dezember 1941, 21. Juni 1942, 24. Dezember 1942; hinzu tritt der 27. Dezember 1943) hin. Die nähere Untersuchung durch R. SCHERHAG, H. LETTAU, F. LEYPOLDT und den Verfasser zeigte, daß ihre Amplitude, gemessen an der absoluten Topographie, d. h. der Höhenlage bestimmter Isobarenflächen, im allgemeinen mit der Höhe wuchs, so daß der Sitz dieser Schwingungen offenbar in großen Höhen zu suchen war. Auch in einer neuesten Untersuchung von NITSCHE³ wird für eine 18tägige Schwingung im Frühjahr 1944 die Abhängigkeit der Welle von der Höhe bei zwei Stationen (Berlin und Hanstholm) geprüft. Ein strenger Vergleich der Amplituden erfordert zunächst eine Umrechnung auf Druckschwankungen im mittleren Niveau jener Isobarenflächen. Diese Druckschwankungen muß man wieder in Beziehung setzen zum mittleren Luftdruck in jener Höhe, denn 1 mb Schwankung bedeutet natürlich am Boden, also bei einem Luftdruck von 1000 mb, etwas ganz anderes als im Niveau von 100 mb (etwa 16 km Höhe). Berechnet man auf diese Weise die relative Schwingungsweite der Luftdruckschwankungen in verschiedenen Höhen in Prozent der Schwankung am Boden, so erhält man folgende Werte:

Höhe Luftdruck	0 1000	5 500	11 225	16 96	21 km 41 mb
32tägige Welle 1943/44 ...	10,0 mb = 100	160	221	200	254 %
30tägige Welle 1941/42 ...	16,2 mb = 100	156	214	299	455 %
18tägige Welle 1944		100	137	178	75 %
16tägige Welle 1943/44 ...	12,5 mb = 100	133	169	115	98 %

Die Genauigkeit der Radiosondenaufstiege reicht aus, um jedenfalls die Richtung der Änderung mit der Höhe wiederzugeben; auf die Absolutbeträge darf kein allzu hoher Wert gelegt werden. Im Winter 1941/42 handelt es sich um die von SCHERHAG⁴ erwähnte 30tägige Welle

¹ R. SCHERHAG, Forsch. u. Erf. Ber. d. RWD., Reihe B, Nr. 11 (1943).

² H. FLOHN, Naturwissenschaften 1942, 718–728; «Witterung und Klima in Deutschland», Forsch. z. Dtsch. Landeskunde 41, (1942).

³ H. NITSCHE, «Sequenzen im Luftdruckgang», Diss. Leipzig 1946 (unveröff.).

⁴ R. SCHERHAG, Forsch. u. Erf. Ber. d. RWD., Reihe B, Nr. 11 (1943).

über Helsinki, wobei allerdings die Amplituden nicht durch eine zeitlich exakte Analyse der Welle gewonnen wurden, sondern durch Mittelung der zeitlich ziemlich stark variierenden Extremwerte. Legt man die Werte der harmonischen Analyse zugrunde, so erhält man für die 30tägige Welle in 21 km Höhe eine relative Amplitude von 196 % des Bodenwertes, jedoch für eine auch hier gleichzeitig auftretende 15tägige Oberschwingung nur 79 %. Dagegen handelt es sich bei der Welle von 1943/44 über Berlin, deren Periode von 30 Tagen im Winter auf 32 Tage im Sommer anwuchs – ähnlich wie 1942 von 30 auf 36 Tage –, um einen exakten Mittelwert über sechs volle Perioden, nach dem einfachen Rechenverfahren von DEFANT. Die Rechenergebnisse für die Wellen des Winters 1942/43 sind leider verlorengegangen, im Winter 1944/45 konnte ihr Auftreten mangels genügenden Beobachtungsmaterials nicht näher verfolgt werden. Damit ist der Beweis geliefert, daß die Amplitude einer der wichtigsten steuernden Wellen, die den Großwetterablauf des Winters beherrscht und derart häufig wiederkehrt, daß sie auch im langjährigen Mittel Witterungssingularitäten verursacht, mit der Höhe bis über 20 km hinausständig anwächst. Man wird daher wohl die Vermutung als begründet annehmen dürfen, daß der Sitz der 30,5tägigen kollektiven Welle in der Hochstratosphäre oberhalb 20 km Höhe zu suchen ist, während andererseits eine etwa 15tägige, weit weniger regelmäßig auftretende Welle ihre maximale Amplitude im Tropopausenniveau hat, ebenso auch eine 18tägige. Ob man die 15tägige Welle, die offenbar physikalisch reell und nicht nur ein Rechenergebnis der harmonischen Analyse ist, mit SCHERHAG als rein troposphärisch ansehen kann, läßt sich mit guten Gründen bezweifeln. Ihr Sitz in der Tropopausenregion liegt in der gleichen Höhe wie die maximale (wettermäßige) interdiurne Veränderlichkeit. An der Entstehung der Singularitäten scheint sie jedenfalls in geringerem Maße beteiligt zu sein als die 30tägige. Eine synoptische Darstellung der räumlichen Verteilung dieser Wellen nach Amplitude und Phase in den verschiedenen Höhenstufen dürfte sich wohl lohnen und die Frage nach den eigentlichen physikalischen Ursachen vertiefen. Aus der vertikalen Verteilung der Phasen folgert NITSCHE¹, daß die Bodenwelle unabhängig von der Höhenwelle, ja ihr entgegengesetzt verläuft, und schließt daher auf eine Erzeugung der westwärts wandernden Bodenwelle durch periodisch wiederkehrende Kaltluftausbrüche, die ihrerseits sekundär ostwärts wandernde Tropopausenwellen hervorrufen. Hierfür könnte ein eigenartiges Minimum der Amplituden in 900 mb (rund 1000 m) sprechen, dessen Realität jedoch einer eigenen Nachprüfung nicht standhält. Erst eine räumliche Analyse der Welle in allen Höhen könnte einen ausreichenden Beweis für diese physikalisch schwer zu deutenden Schlußfolgerungen, insbesondere die entgegengesetzte Zugrichtung der beiden Wellen, beibringen.

Dieser Nachweis von hochstratosphärischen Wellen als Ursache der Singularitäten wird noch erheblich gestützt durch die Entdeckung von langperiodischen Schwingungen, Symmetriepunkten und Singularitäten im Verlauf der Ozonmenge, die wir F. W. P. Götz² (Arosa) verdanken. Er fand eine Anzahl uns wohlvertrauter Perioden, insbesondere solche von 10, 15, 20, 24, 27 (Sonnenrotation!), 31 und 36 Tagen. Die Spiegelungs-

¹ H. NITSCHE, «Sequenzen im Luftdruckgang», Diss. Leipzig 1946 (unveröff.).

² F. W. P. Götz, Verh. Schweiz. Naturf. Ges. 87–88 (1943); Vjschr. Naturf. Ges. Zürich 250–264 (1944).

punkte im Ozongang fallen auf wohlbekannte Witterungssingularitäten, z. B. 13. Januar, 23. Januar, 20. März, 16. Juni, 24. Juli, 15. August, 26. Dezember. Damit wird der Sitz unserer kollektiven 30,5-tägigen Welle und zugleich der wichtigsten Singularitäten in der Hochstratosphäre bestätigt und die Ozonschicht in 20–30 km Höhe rückt in das unmittelbare Interesse der mit Wellenvorgängen arbeitenden Mittelfristvorhersage.

Gewiß setzen die Schwingungsvorgänge in allen Höhen praktisch gleichzeitig ein – auch in der Ozonschicht, worauf GOTZ¹ hinweist –, so daß durch die Beobachtung der höheren Schichten kein unmittelbarer prognostischer Zeitgewinn zu erzielen ist. Aber die Wellen kommen viel klarer und deutlicher heraus, während sie am Boden durch den (nicht völlig zu unterschätzenden) statischen Druckeinfluß der sekundär gesteuerten Luftmassenverschiebungen der unteren Troposphäre z. T. kompensiert, z. T. verzerrt werden.

Eine weitere Stütze dieser Welleneigenschaft der Singularitäten dürfen wir in dem Nachweis erblicken², daß wichtige Hochdrucksingularitäten im Herbst – rund 7.–11. September, 24.–29. September, 12.–15. Oktober – in verschiedenen Gebieten der Nordhalbkugel (Osten der USA., Mittel- und Osteuropa, Ostasien) in gleicher Weise auftreten. Für die Altweibersommerlage Ende September ließ sich das Auftreten eines meridionalen Zirkulationstyps auf der ganzen Nordhalbkugel nachweisen; dabei fanden wir quasistationäre warme Hochdruckwellen über den Oststaaten der USA., über dem europäischen Rußland und auf dem Nordpazifik, und entsprechende Tiefdrucktröge über dem Mississippigebiet, Westeuropa und zwischen Kurilen und Philippinen. Diese auch im Einzelfall häufig – mit geringen räumlichen Schwankungen – nachzuweisende synoptische Situation zeigt also im räumlichen Bild deutlich den Charakter von stehenden bzw. nur langsam ostwärts wandernden Schwingungen, wie sie etwa dem Typus IV, Klasse 3 (oder 4?) der unparen Wellen nach MARGULES entsprechen (vgl. bei LETTAU³). Auf der rotierenden Erde ergäbe sich – ohne Berücksichtigung der Reibung und der zonalen Grundströmung – für sie eine Schwingungsdauer von rund 18 Tagen⁴, was genau dem Abstand der mittleren Daten der oben erwähnten Hochdrucksingularitäten entspricht.

Die Existenz «kollektiver» Wellen, die in nahezu gleicher Phase, wenn auch mit wechselnder Amplitude jährlich wiederkehren und so maßgebend bei der Entstehung von Witterungssingularitäten beteiligt sind, erfordert entweder die Annahme einer alljährlich quasi regelmäßig wiederkehrenden Auslösung – wobei jedoch die Gleichheit der Phase nur schwer zu erklären wäre – oder die der Persistenz der Welle, wenn auch mit stark abgeschwächter Amplitude. Die Erfahrungen der Sommermonate 1942 und 1944 legen letztere Annahme nahe, wenn man auch mit einer geringen, wohl thermisch begründeten Vergrößerung der Periode im Sommer rechnen muß. Das Spektrum aller vorkommenden Wellen läßt wohl keine nur irgend denkbare Periodenlänge aus. Aber es lassen sich doch eindeutig Häufungspunkte erkennen, von denen außer der bekannten 5–6-tägigen Periode die von 12–13 Tagen, 18, 20, 24, 30 und 36 Ta-

gen (runde Zahlen) erwähnt seien (vgl. auch BAUR¹)⁵. Weshalb treten diese Perioden immer wieder auf? Die Annahme liegt nahe, daß es sich um Eigenschwingungen der Erdatmosphäre handelt, wie es z. B. LETTAU³ an Hand der MARGULESSchen Theorie für die 36-tägige Schwingung nachgewiesen hat. Jedoch müßte diese Rechnung, die auf der Annahme einer überall isothermen Atmosphäre beruht, noch einmal mit solchen Voraussetzungen wiederholt werden, die der Wirklichkeit näher kommen und zugleich die Anfangsbedingungen einschränken (Existenz einer zirkumpolaren Westdrift, nicht aber zwei Hauptfrontalzonen, jahreszeitliche Temperaturänderungen). WAGEMANN⁴ hat über eine derartige Rechnung, der eine zonale Grundströmung zugrunde liegt, ganz kurz berichtet. Wenn kollektive persistente Wellen existieren und im langjährigen Mittel zu Witterungssingularitäten führen sollen, dann müssen sie außerdem in einem rationalen Verhältnis zur Jahreslänge stehen, wie wir bereits eingangs erwähnt haben. Wenn wir die einfachen Teiler der Jahreslänge von 365,24 Tagen ermitteln, dann ergeben sich folgende Reihen. (Die Werte, in deren Nähe auffällige Häufungen von Wellenlängen liegen, sind in Schrägschrift gedruckt.)

365,24	182,62 (2)	91,31 (4)	45,65 (8)	22,85 (16)
	121,75 (3)	60,88 (6)	30,44 (12)	15,22 (24)
		40,58 (9)	20,29 (18)	10,15 (36)
	73,05 (5)	36,52 (10)	18,26 (20)	
		24,35 (15)	12,18 (30)	

Wir sehen, daß gerade die einfachen rationalen Teiler der Dreier- und Fünferreihen (warum auch nicht der Zweierreihen?) bevorzugt auftreten. Es handelt sich also offenbar bei unseren kollektiven Wellen um solche Schwingungen, die einmal wegen ihrer Verwandtschaft mit Eigenschwingungen der Atmosphäre und zweitens wegen der einfachen Beziehung zur Jahreslänge, d. h. zur periodischen Wiederkehr gleicher Strahlungsverhältnisse häufiger auftreten als die übrigen regellos über das gesamte Spektrum verteilten Wellenlängen. Die Atmosphäre mit den ihr eigenen Rhythmen sieht offenbar die zahllosen möglichen Schwingungen aus und bevorzugt einzelne Gattungen; von diesen können sich im kollektiven Mittel nur diejenigen durchsetzen, die in einem einfachen Teilverhältnis zur Jahreslänge stehen. Damit können also die Singularitäten aufgefaßt werden als *höhere Oberschwingungen der Jahresperiode*⁵.

¹ Die Polemik BAUR² gegen den behaupteten Zusammenhang zwischen Wellen und Singularitäten geht an der Tatsache vorbei, daß die tatsächlich auftretenden Wellen keinesfalls auf ganzzahlige, diskrete Periodenlängen beschränkt sind; die Singularitäten erzeugenden Wellen werden als statistische Mittelwerte fast immer gebrochene Periodenlängen haben. Ob z. B. im Einzelfall eine 3–4 Perioden lang dominierende Welle nun eine Länge von 18 oder 19 Tagen hat, ist nicht eindeutig zu entscheiden: beide Ziffern stellen nur Näherungswerte dar, und geringe Schwankungen in der Periodenlänge einer persistenten Welle werden immer wieder beobachtet. Daß die Höchst- und Tiefstwerte des Luftdrucks in jedem Jahr am gleichen Kalendertag auftreten sollen, ist noch nirgends behauptet worden.

² F. BAUR, P. HESS und H. NAGEL, *Forsch. u. Erf. Ber. RDW.*, Reihe B, Nr. 12 (1943).

³ H. LETTAU, *Veröff. Geophys. Inst. Leipzig* 5, 107–167 (1931).

⁴ H. WAGEMANN, *Ann. Hydr.* 236–240 (1943).

⁵ Eine inzwischen durchgeführte harmonische Analyse des jährlichen Luftdruckgangs nach langjährigen Tagesmitteln (bis zur 76. Oberschwingung) bestätigte diese Auffassung in vollem Umfang. Es ergaben sich für die 5., 11. und 12., sowie die 22. Oberschwingung (Wellenlänge 73, 30–33, 16,6 Tage) Amplituden, die den 3–5fachen Wert der Expektanz erreichen.

¹ F. W. P. GOTZ, *Verh. Schweiz. Naturf. Ges.* 87–88 (1943); *Vjschr. Naturf. Ges. Zürich* 250–264 (1944).

² H. FLOHN, «Indianersommer – Altweibersommer», *Met. Rdsch.*, im Druck.

³ H. LETTAU, *Veröff. Geophys. Inst. Leipzig* 5, 107–167 (1931).

Was ist nun die Ursache dieser stratosphärischen Wellenvorgänge selbst? Auch wenn wir sie als Eigenschwingungen der Atmosphäre auffassen, die nur zeitweise, etwa jahreszeitlich, unterdrückt werden – SCHMAUSS sprach kürzlich von «rezessiven» Singularitäten¹ – muß irgendein Anlaß von außen her diese Schwingungen auslösen. HOFFMEISTER leugnet eine irdische Erklärung der Singularitäten und denkt an die alljährlich wiederkehrenden Schnittpunkte der Erdbahn mit den großen Meteorströmen (z. B. Perseiden um den 12. August, Leoniden 14.–16. November, usw.²). Aber die Verteilung der Witterungssingularitäten über das Jahr hin und ihr symmetrischer Aufbau zu den Solstitionen schließt eine solche Deutung meines Erachtens von vornherein aus. Ein Sonneneinfluß liegt nahe, vor allem auch deshalb, weil die wichtigsten Symmetriepunkte in unmittelbarer Nähe der Solstitionen oder der um 26–28 Tage später liegenden thermischen Extreme liegen. Wie eine derartige solare Wirkung zustande kommt, ob über eine Änderung der photochemischen Ozonherzeugung, ob über den noch hypothetischen Einfluß der chromosphärischen Eruptionen, das läßt sich zur Zeit nicht sagen. So wäre auch eine Stellungnahme zu den noch nicht im einzelnen begründeten Gedanken-gängen von W. LAUN³ über eine planetarische Steuerung dieser solaren Einwirkungen, soweit wahrscheinlich sie erscheint, verfrührt. Eine Untersuchung über etwaige Beziehungen zwischen Singularitäten und Sonnenflecken ist bereits im Gang. In einer neuesten Arbeit begründet – in anderem Zusammenhang – HAURWITZ⁴ die Hypothese von unmittelbar thermisch bedingten Druckänderungen in der Ozonschicht zwischen 20 und 40 km. Auch die jahreszeitliche Änderung des Einfallswinkels dürfte eine verschieden starke Absorption der UV-Strahlung in den einzelnen Breiten der Taghalbkugel bedingen; daraus ergeben sich Temperatur- und Druckänderungen in der Ozonschicht, die symmetrisch zu den Solstitionen Druckwellen auslösen können. F. MÖLLER⁵ denkt an einen mittelbaren Zusammenhang zwischen der Ozonmenge und troposphärischen Vorgängen über die Absorption der CO₂-Banden und den dabei erfolgenden Temperaturänderungen.

Auf jeden Fall geben uns diese Erkenntnisse die Möglichkeit, die Schwankungen im Auftreten der Witterungssingularitäten, auf deren extreme Abweichungen BAUR⁶ mit Recht hingewiesen hat, von neuen Gesichtspunkten aus zu betrachten. Im Einzeljahr können einmal ganz andere Rhythmen den Witterungsablauf beherrschen als die gewohnten kollektiven Wellen. So hat sich nachweisen lassen, daß in strengen Wintern besonders in Osteuropa andere Wellen und damit auch andere Singularitäten auftreten als in milden Wintern. Das Studium solcher «spezifischen» Singularitäten erscheint geeignet, uns weiter in die inneren Zusammenhänge des Wettergeschehens einzuführen.

Wenn wir das Ergebnis kurz zusammenfassen wollen, so gelangen wir zu folgenden Leitsätzen, die nicht als endgültige Erkenntnisse, sondern als Arbeitshypothesen der weiteren Erforschung der tieferen physikalischen Zusammenhänge dienen sollen, auf die in diesem Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden kann:

¹ A. SCHMAUSS, Sitzber. Bayr. Akad. Wiss., Math. Nat. Abt. 149–193 (1943).

² C. HOFFMEISTER, «Die Meteore», Probl. kosm. Physik 17 (1937).

³ W. LAUN, Z. angew. Met. 305–309 (1943); 82–83 (1944).

⁴ B. HAURWITZ, Transact. Am. geophys. Un. 27, 161–163 (1946).

⁵ F. MÖLLER, Naturwiss. 148 (1943).

⁶ F. BAUR, Z. angew. Met. 310–314 (1943).

1. Das Grundgerüst des Singularitätenkalenders wird von kollektiven steuernden Wellenvorgängen geliefert, die sich auch in der räumlichen Verteilung über der ganzen Nordhalbkugel nachweisen lassen.

2. Diese kollektiven Wellen halten, wenn auch mit starken Schwankungen der Amplitude, durch und treten immer wieder zu bestimmten Kalenderterminen auf, soweit sie einfache rationale Teiler der Jahreslänge sind. Die Singularitäten können also als höhere Oberschwingungen der Jahreslänge angesehen werden.

3. Die Existenz solcher kollektiver Schwingungen ist am ehesten verständlich, wenn wir sie in ungefährer Übereinstimmung mit Eigenschwingungen der Erdatmosphäre auffassen.

4. Der Sitz der als Singularitätswellen zu bezeichnenden Schwingungen ist vielfach in der Tropopausenregion, im Falle der 30,5-tägigen Welle in der Stratosphäre oberhalb 20 km Höhe zu suchen.

5. Luftmassenverschiebungen der unteren Troposphäre werden von diesen steuernden Vorgängen ausgelöst und können daher sekundär gleichfalls am «singularären» Witterungsablauf beteiligt sein.

6. Die Schwankungen im Auftreten der Singularitäten hängen mit dem Auftreten anderer Wellentypen zusammen.

H. FLOHN

Bad Kissingen, den 7. Juni 1947.

Summary

The existence of symmetries in the calendar of singularities in the average annual weather trend and the fixation of the symmetry points in atmospheric pressure within the calendar prove the causal connection between singularities and pressure waves. The maximum of the amplitude of an important wave (with a period of 30.5 days) is situated in the atmospheric layers above 20 km, that of waves with a period of 15 (or 18) days in the altitude of the tropopause. The same waves are found by Götz in the annual ozone trend. They extend over the whole northern hemisphere.

The length of these «collective» pressure waves are single rational divisors of the year. The singularities will be understood as higher harmonic oscillations of the annual period, partly located in the high stratosphere.

Dien-Synthesen im Aufbau von Östrogenen¹

Bereits E. DANE² versuchte, östrogene Hormone ausgehend vom 1-Vinyl-6-methoxy-3,4-dihydro-naphthalin herzustellen. Aus Berichten von alliierter Seite geht hervor, daß St. BREITNER³ am gleichen Ziel arbeitete und zu einem racemischen Isomeren des Östrons gelangt sein soll. Anläßlich eines Kolloquiums berichtete W. E. BACHMANN⁴ über analoge Versuche.

¹ 66. Mitteilung «Über Steroide» (65. Mitt. siehe Helv. chim. Acta 30, 1037 [1947]), sowie XX. Arbeit «Über östrogene Carbon-säuren» (XIX. siehe Exper. 3, 279 [1947]).

² E. DANE und Mitarbeiter, Liebigs Ann. Chem. 532, 39 (1937).

³ St. BREITNER, Office of the Publication Board, Washington. Report No. 248, p. 20.

⁴ Gehalten am 9. Mai 1947 in der chemischen Anstalt der Universität Basel.

Im Zuge unserer Aufbausynthesen der Doisynol-säuren bedienten wir uns ebenfalls dieses Weges. So ließen wir Citraconsäureanhydrid auf 1-Vinyl-6-methoxy-3,4-dihydro-naphthalin einwirken und gewannen dabei ein Gemisch von Anhydriden, welches sich nach hydrolytischer Aufspaltung in zwei isomere Dicarbon-säuren zerlegen ließ. Die eine Säure lieferte bei ener-gischer Dehydrierung das 1-Methyl-7-methoxy-phen-anthren (II) und stellt offenbar die 1-Methyl-7-methoxy-1,2,3,9,10,11-hexahydro-phenanthren-1,2-dicarbonsäure (Ia) dar, dessen mittels Diazomethan hergestellter Dimethylester (Ib) in kurzen Stäbchen kristallisierte.

Palladium-Tierkohle nicht mehr hydrieren ließ. Der neue Ester entspricht offenbar der Formel VIa. Durch alkalische Verseifung ging VIa in den Halbester VIb über.

In den beschriebenen Dicarbonsäuren liegt ein Aus-gangsmaterial vor zur Synthese von Verbindungen des Doisynoltypus, indem man in bekannter Weise die 1-Carboxylgruppe in die Methyl- oder Äthylgruppe überführt.

Über unsere weiteren Ergebnisse werden wir später berichten.

J. HEER und K. MIESCHER

Forschungslaboratorien der Ciba Aktiengesellschaft, Basel, den 10. Mai 1947.

Summary

The addition of citraconic anhydride to 1-vinyl-6-methoxy-3,4-dihydro-naphthalene according to DIELS-ALDER's method yielded two isomeric hydro-phenanthrene-dicarboxylic acids. One of these two acids has been converted into 2-methyl-7-methoxy-1,2,3,4,9,10-hexahydro-1,2-dicarboxylic-acid.

Konfiguration des Periplogenins und *allo*-Periplogenins¹).

Die in verschiedenen *Strophanthus*arten vorkommen-den herzaktiven Glykoside werden in Gegenwart von Wasser durch Fermente, die in den Samen anwesend sind, weitgehend in die isomeren, aber biologisch unwirk-samen *allo*-Formen umgelagert². Es steht fest, daß die Isomerisierung im Aglykonanteil vor sich geht, und es wurde vermutet, daß sie lediglich eine räumliche Umlagerung an einem Asymmetriezentrum darstellt. TSCHESCHE und Mitarbeiter³ nehmen an, daß dabei das Asymmetriezentrum C-17 betroffen wird, während BLOCH und ELDERFIELD⁴ glauben, daß die Umlagerung an C-14 stattfindet. Die bisher bekannten Tatsachen sprechen eher dafür, daß die erstere Annahme zutrifft⁵. Diese Ansicht vertreten auch PLATTNER und Mit-arbeiter⁶ und konnten sie durch Vergleich von spez. Drehungen weiter stützen.

Am Beispiel des Periplogenins und *allo*-Periplogenins gelang es uns nun, durch Abbau zu zeigen, daß sich diese zwei Stoffe tatsächlich durch Raumisomerie an C-17 unterscheiden, wobei gleichzeitig die Konfiguration des Periplogenins weitgehend abgeklärt wurde.

¹ Die ausführliche Publikation erscheint in den *Helv. chim. Acta*.

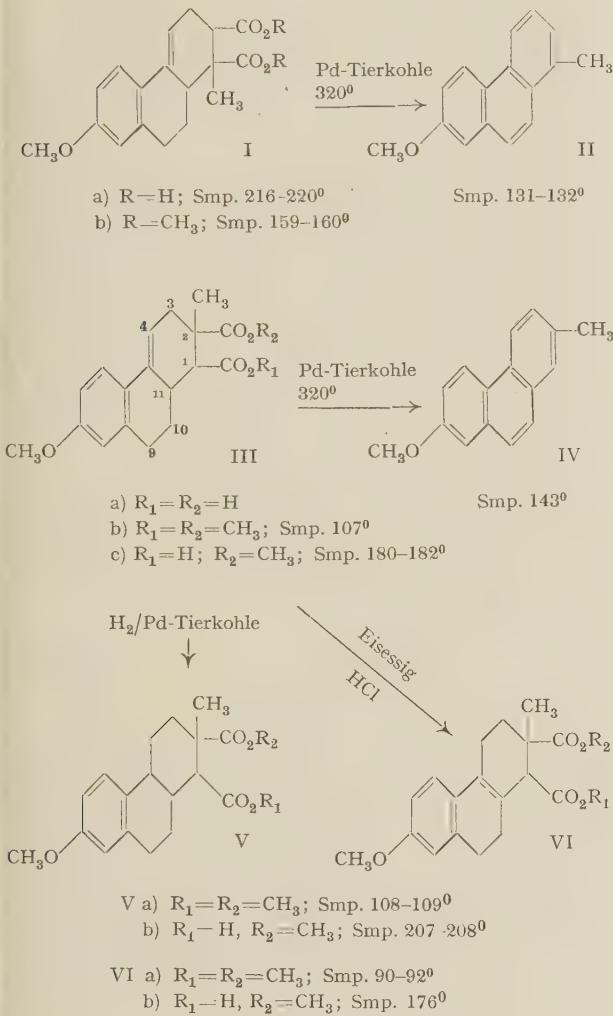
² Zuerst wurde die Allomerisierung von W. A. JACOBS, *J. biol. Chem.* 88, 519 (1930) am Cymarin beobachtet.

³ R. TSCHESCHE, K. BOHLE, *Ber. Dtsch. chem. Ges.* 71, 654 (1938). – R. TSCHESCHE, K. BOHLE, W. NEUMANN, *Ber. Dtsch. chem. Ges.* 71, 1927 (1938).

⁴ E. BLOCH, R. C. ELDERFIELD, *J. organ. Chem.* 4, 289 (1939).

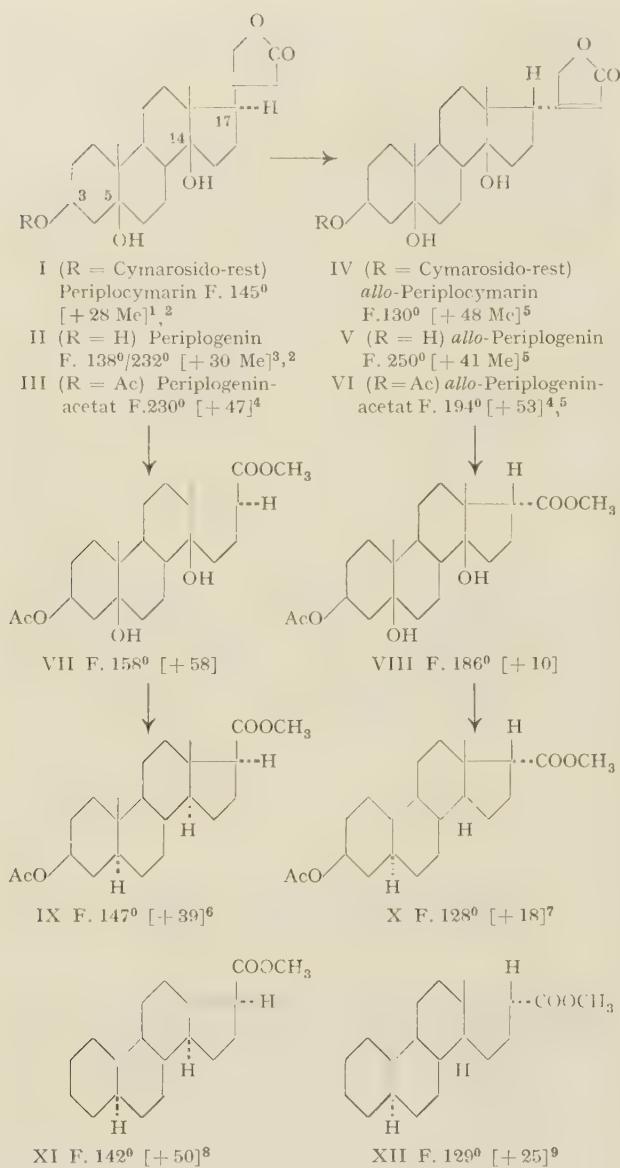
⁵ A. KATZ, T. REICHSTEIN, *Pharmac. Acta Helv.* 19, 231 (1944).

⁶ PL. A. PLATTNER, L. Ruzicka, H. HEUSSER, E. ANGLIKER, *Helv. chim. Acta* 30, 1073 (1947).



Die andere Säure ging dagegen bei der Dehydrierung in das 2-Methyl-7-methoxy-phenanthren (IV) über und war die gewünschte 2-Methyl-7-methoxy-1,2,3,9,-10,11-hexahydro-phenanthren-1,2-dicarbonsäure (IIIa). Mit Hilfe von Diazomethan gewannen wir aus Säure IIIa den Dimethylester IIIb und aus letzterem durch milde Verseifung den Halbester IIIc. Hydrierte man den Dimethylester IIIb in Eisessig und in Gegenwart von Palladium-Tierkohle, so erhielt man den Ester Va. Dieser konnte zum Halbester Vb verseift werden.

Behandelte man dagegen den Dimethylester IIIb mit Eisessig-Salzsäure, so wurde die Doppelbindung verschoben und es entstand eine gut kristallisierende Verbindung, die sich in Eisessig und in Gegenwart von



$\text{Ac} = \text{CH}_3\text{CO}-$. Die Zahlen in eckigen Klammern geben die auf ganze Grade auf- oder abgerundete spez. Drehung für Na-Licht in folgenden Lösungsmitteln an: ohne Angabe = Chloroform, $\text{Me} = \text{Methanol}$.

Periplogenin-acetate (III) wurde nach einer Methode, die demnächst publiziert wird¹⁰, zum Methylester (VII) abgebaut. Wasserabspaltung und Hydrierung lieferte ein Gemisch von 3β -Acetoxy-Ätio-allo-cholansäure-

methylester (IX)¹ und Ätio-allo-cholansäure-methylester (XI)², die durch Vergleich mit authentischem Material identifiziert wurden. Analog wurde allo-Periplogenin-acetat (VI) zum Methylester (VIII) abgebaut, der sich erwartungsgemäß von (VII) durch eine wesentlich negativeren spez. Drehung unterschied, während (III) und (VI) fast gleiche spezifische Drehungen zeigten. Durch Wasserabspaltung und Hydrierung wurden aus (VIII) der 3β -Acetoxy- 14β -iso-Ätio-allo-cholansäure-methylester (X)³ und der 14β -iso-Ätio-allo-cholansäure-methylester (XII)⁴ erhalten, die beide durch direkten Vergleich mit authentischen Proben⁵ identifiziert wurden.

Die 3-ständige HO-Gruppe besitzt im Periplogenin so mit β -Stellung, und der ungesättigte Laktonring ist 17β -ständig angeordnet. Im allo-Periplogenin ist der Laktonring α -ständig. Daß die Doppelbindung noch dieselbe Lage einnimmt, folgt aus der Tatsache, daß (VI) im Ultraviolet dasselbe Absorptionsspektrum⁶ besitzt wie (III). Da die Bildung von iso-Verbindungen⁷ und andere Ringschlüsse zwischen der HO-Gruppe an C-14 und C-Atomen des Laktonrings beim Periplogenin und anderen Glykosiden und Aglykonen des *Strophantus*- und *Digitalis*-typs nur in der normalen, biologisch wirksamen Reihe, nicht aber bei den allo-Derivaten beobachtet wurden, ist anzunehmen, daß die HO-Gruppe an C-14 β -ständig angeordnet ist⁸, und daß somit alle diese Stoffe nicht das normale, sondern das 14β -iso-Steringerüst besitzen. Es bestehen ferner gute Gründe zur Annahme, daß im Strophanthidin und im Periplogenin die 5-ständige HO-Gruppe sich auf derselben Seite des Ringsystems befindet wie die 3-ständige⁹. Nach obigen Resultaten wäre sie also ebenfalls β -ständig angeordnet. Somit sind im Periplogenin und Strophanthidin wahrscheinlich alle funktionellen Gruppen β -ständig angeordnet.

F. SPEISER und T. REICHSTEIN

Pharmazeutische Anstalt der Universität Basel, den 20. Juni 1947.

Summary:

By means of reactions which proceed without isomerization at C-3 and C-17, it has been possible to break down periplogenin into the known 3β -acetoxy-Ätio-allo-cholanic-acid-methylester. In consideration of this fact together with other known and unpublished findings it is very probable that all functional groups in periplogenin are arranged in the β -configuration. The same breaking-down when applied to the biologically inactive allo-periplogenin produced the known 3β -acetoxy- 14β -iso- 17β -iso-Ätio-allo-cholanicacid-methylester. Allo-periplogenin is distinguished from periplogenin by the stereo-configuration at position 17.

¹ M. STEIGER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 20, 1040 (1937). - L. Ruzicka, E. Hardegger, C. Kauter, Helv. chim. Acta 27, 1164 (1944).

² R. TSCHESCHE, Ber. Dtsch. chem. Ges. 68, 7 (1935).

³ PL. A. PLATTNER, L. Ruzicka, H. Heusser, J. Pataki, Kd. Meier, Helv. chim. Acta 29, 942 (1946).

⁴ PL. A. PLATTNER, L. Ruzicka, H. Heusser, J. Pataki, Kd. Meier, Helv. chim. Acta 29, 949 (1946).

⁵ Wir danken Herrn Prof. PL. A. PLATTNER für dieses Material.

⁶ A. KATZ, T. REICHSTEIN, Pharmac. Acta Helv. 19, 231 (1944).

⁷ W. A. JACOBS, E. L. GUSTUS, J. biol. Chem. 74, 811 (1927); 78, 573 (1928).

⁸ M. SORKIN, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 29, 1218 (1946).

⁹ Vgl. die Literaturzusammenstellung in der Dissertation W. LANG, Zürich (1946), wo auch ein zyklisches Sulfit des Strophanthidins beschrieben ist.

¹ W. A. JACOBS, A. HOFFMANN, J. biol. Chem. 79, 519 (1928).

² A. STOLL, J. RENZ, Helv. chim. Acta 22, 1193 (1939).

³ E. LEHMANN, Arch. Pharm. 235, 157 (1897).

⁴ A. KATZ, T. REICHSTEIN, Pharmac. Acta Helv. 19, 231 (1944).

⁵ A. KATZ, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 28, 476 (1945).

⁶ M. STEIGER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 20, 1040 (1937). - L. Ruzicka, E. Hardegger, C. Kauter, Helv. chim. Acta 27, 1164 (1944).

⁷ PL. A. PLATTNER, L. Ruzicka, H. Heusser, J. Pataki, Kd. Meier, Helv. chim. Acta 29, 942 (1946).

⁸ R. TSCHESCHE, Ber. Dtsch. chem. Ges. 68, 7 (1935).

⁹ PL. A. PLATTNER, L. Ruzicka, H. Heusser, J. Pataki, Kd. Meier, Helv. chim. Acta 29, 949 (1946).

¹⁰ K. MEYER, T. REICHSTEIN, Helv. chim. Acta 30, Fasc. VI (1947).

Über die Chemie des Enniatins¹

Vor kurzem haben wir gemeinsam mit E. GÄUMANN, S. ROTH und L. ETTLINGER² über ein neues gegen Mykobakterien wirksames Antibiotikum aus Fusarien berichtet, das Enniatin genannt wurde.

Nun ist neuerdings eine Veröffentlichung von A. H. COOK, S. F. COX, T. H. FARMER und M. S. LACEY³ über die Isolierung einiger Antibiotika aus Fusarien erschienen, in welcher fünf verschiedene aktive Verbindungen beschrieben werden, die ihrem ganzen Verhalten nach offenbar zu der gleichen Stoffgruppe gehören wie Enniatin. Die von den genannten Forschern als Lateritiin-I bezeichnete Verbindung besitzt nicht nur den gleichen Schmelzpunkt, wie wir ihn für Enniatin angaben, sondern zeigt auch ein weitgehend ähnliches «Bakterienspektrum». Auf Grund unserer im folgenden wiedergegebenen Befunde über die Chemie des Enniatins ist zu vermuten, daß die beiden Substanzen identisch sind.

2,00	Å
2,04	
2,22	
2,37	
2,68	
2,95	
3,27	
3,73	
4,1	
5,0	
5,3	
5,6	

Enniatin ist in organischen Lösungsmitteln sehr gut, in Wasser hingegen praktisch nicht löslich. Aus wässrigem Alkohol oder Aceton kristallisiert es in Form langer, farbloser Nadeln, die bei 122–122,5°⁴ schmelzen und einer Zusammensetzung von $C_{24}H_{42}O_6N_2$ entsprechen (Ber. C 63,41; H 9,31; N 6,16%; Gef. C 63,37; 63,28; H 9,20; 9,25; N 6,12; 6,17%). Zur weiteren Charakterisierung wurde ein Pulverdiagramm mit CuK α -Strahlung aufgenommen⁵. Die daraus folgenden wichtigsten Netzebenenabstände und die dazu gehörenden relativen Intensitäten sind schematisch im nebenstehenden Diagramm angegeben.

Die Methylimidbestimmung ergibt für Enniatin zwei N-Methylgruppen (Ber. CH₃ 6,62%; Gef. 6,53%). Es zeigt im ultravioletten Bereich keine Absorptionsbanden. In Eisessig oder Aceton gelöst läßt sich kein Brom- oder Kaliumpermanganatverbrauch feststellen. Quantitative katalytische Hydrierung mit Platinoxyd in Eisessig ergibt keine Wasserstoffaufnahme. Aktiver Wasserstoff, Hydroxyl-, Carbonyl- und Alkoxygruppen, sowie saure oder basische funktionelle Gruppen konnten nach den üblichen Methoden nicht festgestellt werden. Das Antibiotikum läßt sich im Hochvakuum sehr langsam ohne Einbuße an Aktivität und ohne Änderung der chemischen und physikalischen Eigenschaften sublimieren. Es ist bei Zimmertemperatur, wie schon früher erwähnt⁶, in schwach saurem Medium beständig, wird hingegen unter gleichen Bedingungen alkalisch sehr rasch desaktiviert, wobei genau zwei Mol Alkali verbraucht werden. Bei der alkalischen Hydrolyse entstehen keine leichtflüchtigen Säuren oder Basen.

Durch mehrstündigtes Kochen mit 20prozentiger Salzsäure wird Enniatin hydrolysiert, wobei die Aktivität

¹ Ausgeführt mit einem Beitrag aus den eidg. Arbeitsbeschaffungskrediten.

² E. GÄUMANN, S. ROTH und L. ETTLINGER, Pl. A. PLATTNER und U. NÄGER, Exper. 3, 202–3 (1947), Fasc. 5 vom 15. Mai.

³ A. H. COOK, S. F. COX, T. H. FARMER und M. S. LACEY, Nature 160, 31–2 (1947), Nr. 4053 vom 5. Juli.

⁴ Alle Schmelzpunkte sind korrigiert.

⁵ Bearbeitet von Hrn. H. GÜNTHER.

⁶ Exper. 3, 202–3 (1947).

tät verschwindet. Es können dabei weder neutrale noch saure oder basische leichtflüchtige Bestandteile isoliert werden. Aus dem sauren Hydrolysat erhielten wir durch Extraktion mit Äther in einer zwei Mol fast erreichenden Ausbeute (86%) eine kristallisierte Säure $C_5H_{10}O_3$ (Ber. C 50,83; H 8,53%; Äquivalentgewicht 118,0; Gef. C 50,79; H 8,49%; Äquivalentgewicht 115,6). Die Oxsäure schmilzt bei 69–70° und zeigt die Drehung $[\alpha]_D^{20} = -1,81^\circ$ (c = 11,8 in H₂O). Der Schmelzpunkt des *p*-Phenylphenacyesters liegt bei 110°. In Eisessig gelöst verbrauchte die Säure genau zwei Äquivalente Bleitetraacetat unter Bildung von Kohlenstoffdioxyd und einem Mol Isobutyraldehyd, der sich als 2,4-Dinitrophenylhydrazone vom Smp. 186–187° identifizieren ließ (Ber. C 47,62; H 4,80; N 22,21%; Gef. C 47,60; H 4,74; N 22,13%).

Durch diese Befunde ist die Abbausäure eindeutig als *d*(–)-*α*-Oxy-isovaleriansäure charakterisiert¹. Ein Vergleichspräparat konnte nach E. FISCHER und H. SCHEIBLER² aus *d*(–)-Valin synthetisch hergestellt werden und zeigte folgende Daten: Smp. 69–70°; $[\alpha]_D^{24} = -1,61^\circ$ (c = 12,05 in H₂O).

Aus der verbleibenden Hydrolysenlösung, welche den gesamten Stickstoff enthält und optische Aktivität zeigt, konnten durch Extraktion mit Äther weder bei alkalischer noch bei neutraler Reaktion weitere Spaltstücke erhalten werden. Durch Fällung mit Pikrolonsäure ließ sich daraus ungefähr ein Mol einer Aminosäure isolieren, deren Hydrochlorid den Smp. 182 bis 185° aufweist und einer Zusammensetzung $C_7H_{16}O_2NCl$ entspricht (Ber. C 46,28; H 8,88; N 7,71; Cl 19,51%; Gef. C 46,09; H 8,92; N 7,61; Cl 19,52%), $[\alpha]_D^{25} = +27,9^\circ$ (c = 2,82 in H₂O). Die freie Aminosäure, die sich im Hochvakuum ohne merkliche Zersetzung sublimieren läßt, besitzt die Zusammensetzung $C_7H_{15}O_2N$ (Ber. C 57,90; H 10,41; N 9,65%; Gef. C 57,67; H 10,49; N 9,84%) und die Drehung $[\alpha]_D^{20} = +45,7^\circ$ (c = 1,20 in 5-n. HCl). Sie weist keine nach VAN SLYKE bestimmbare Aminogruppe auf und gibt keine Ninhydrinreaktion. Mit *p*-Nitrobenzoylchlorid in Pyridin nach S. EDLBACHER³ wird jedoch eine intensive Rotfärbung beobachtet. Ferner ist die Anwesenheit einer Methylimidgruppe festgestellt worden (Ber. CH₃ 10,35%; Gef. CH₃ 10,38%). Das nach SANGER⁴ hergestellte 2,4-Dinitrophenylderivat schmilzt bei 153 bis 154° und hat die Bruttoformel $C_{13}H_{17}O_6N_3$ (Ber. C 50,15; H 5,50; N 13,49%; Gef. C 49,95; H 5,34; N 13,54%). Auf Grund der bisher erhaltenen Resultate scheint ein Methylleucin vorzuliegen.

Aus anderen Fusarien haben wir Antibiotika erhalten, die dem Enniatin offenbar nahe verwandt sind. Wir bezeichnen sie vorläufig als Enniatin B und C.

Enniatin B⁵ ist ebenfalls in organischen Lösungsmitteln mit Ausnahme von Petroläther (Kp. 25–30°) sehr gut löslich, in Wasser praktisch unlöslich. Es ist im Hochvakuum sublimierbar, schmilzt bei 174–176°, $[\alpha]_D^{21} = -108^\circ$ (c = 0,63 in CHCl₃) und besitzt die Bruttoformel $C_{22}H_{38}O_6N_2$ (Ber. C 61,94; H 8,98; N 6,57%; Gef. C 61,94; 61,83; H 8,94; 8,92; N 6,66; 6,74%). Im Bakterientest gegen *Mycobacterium paratuberculosis* ETH. 2001 besitzt es etwa ein Viertel der Aktivität von Enniatin.

¹ Vgl. dazu COOK und Mitarbeiter, I. c.

² E. FISCHER und H. SCHEIBLER, B. 41, 2894, 2897 (1908).

³ S. EDLBACHER und FR. LITVAN, Z. physiol. Chem. 265, 291 (1940).

⁴ F. SANGER, Biochem. J. 39, 507 (1945); 40, 261 (1946).

⁵ Mitbearbeitet von Hrn. A. BOLLER.

Enniatin C schmilzt bei 152–153°, besitzt die gleiche Bruttoformel und ist ähnlich aktiv wie Enniatin B.

PL. A. PLATTNER und U. NAGER

Organisch-chemisches Laboratorium der Eidg. Technischen Hochschule, Zürich, den 16. Juli 1947.

Summary

Judging by the physical and chemical properties and "bacterial spectra", the antibiotic substance, Enniatin, previously isolated from a strain of *Fusarium* by the authors, appears to be identical with that which was recently reported by Cook et al. derived from another strain and designated by them as Lateritiin-I, although the reported empirical formulæ differ. Numerous physical and chemical characteristics of Enniatin and its degradation products are given, and, further, two related *Fusarium* antibiotics, here designated as Enniatin B and C, are briefly described.

Ein neuentdeckter Wirkstoff (Vitamin-T-Komplex)

Im vergangenen Jahre glückte es mir, die Entdeckung eines Wirkstoffes sicherzustellen. Dieser «Vitamin-T-Komplex»¹ wurde zunächst aus verschiedenen Insekten, besonders Termiten, gewonnen. Später zeigte es sich, daß nicht die Insekten selbst den Wirkstoff erzeugen, sondern nur aus gefressenen Hefen und Pilzen speichern. Infolgedessen ist es jetzt möglich, dieses Vitamin T unmittelbar aus Wuchshefen (*Torula*) und verschiedenen Askomyzeten zu erhalten. Bei der Herstellung müssen aber die Umbildungen berücksichtigt werden, die sonst innerhalb des Insektenkörpers vor sich gehen.

Das neue Vitamin T scheint nicht unbedingt zum Leben notwendig zu sein. Wohl aber kurbelt es die Lebensvorgänge stärker an, etwa dem Kompressor eines auch sonst normal laufenden Autos vergleichbar. Durch solche «Entwicklungsstöße» kann sich bei genügender Eiweißnahrung bei manchen Insekten die Gestalt so verändern, daß Formen entstehen, die es in der Natur nicht gibt, wie z. B. bei der südamerikanischen Termitengattung *Anoplotermes*. Auch bei unseren Küchenschaben (*Periplaneta, Blattella*) kam es zu Veränderungen der Größe und der Kopfverhältnisse, die an die von Termitensoldaten erinnern; die Taufliege *Drosophila melanogaster* wird unter dem Einfluß von Vitamin T ebenfalls besonders groß (siehe Tab. II, S. 327). Der Wirkstoffkomplex erweist sich damit zu gewissen sensiblen Perioden als «Großmodifikator», d. h. er kann durch äußere Einflüsse sprunghaft die Form verändern.

Bei Wirbeltieren vermag Vitamin T einen besseren Stoffwechsel einzuleiten (Eiweißassimilation) und damit eine raschere Entwicklung gerade wachsender Organe hervorzurufen. Das Endergebnis ist regelmäßig eine Körpervergrößerung oder eine Gewichtszunahme von etwa 10–20% (Tabelle I). Eigenartig bleibt dabei, daß trotzdem der Nahrungsbedarf geringer ist. Bei Versuchen mit Mäusen wurde z. B. bei wenig oder geringwertigem Futter mit Zugabe eines Vitamin-T-Präparats mindestens der gleiche Erfolg erzielt wie bei normalem Futter ohne Zugabe (Tabelle I). Noch besser als die Zufütterung an Jungtiere war die Darreichung an die Mut-

Tabelle I

Wirkung von Vitamin T auf weiße Mäuse (60 Tiere). Gewichtszunahme bis zum 40. Lebenstag (= Pubertätsbeginn). Fütterung optimal. Bei Mastfutter (Eiweißzugabe) von 0,1 g pro Tag Vitamin-T-präparatzugabe 0,02 g jeden zweiten Tag.

(In der Tabelle sind Durchschnittswerte von 8–10 Tieren wiedergegeben.)

Zugaben	Durchschnittsgewicht		
	20.	35.	40.
	Lebenstag		
Nr. 1. Keine Vitamine, keine Eiweißzugabe	6,6 g	12,1 g	13,6 g
Nr. 2. Vitamin B ₁ -, B ₂ -, C-, P-Faktor	6,8 g	11,8 g	13,9 g
Nr. 3. Kein Vitamin T, mit Eiweißzugabe	6,7 g	13,5 g	14,4 g
Nr. 4. Vitamin T, ohne Eiweißzugabe	7,1 g	14,0 g	15,1 g
Nr. 5. Vitamin T, mit Eiweißzugabe	5,9 g	14,1 g	15,4 g
Nr. 6. Vitamin T schon während Embryonalzeit .	8,8 g	16,0 g	17,6 g

Ergebnisse: Vitamin-T-Tiere stehen stets an der Spitze, gleichgültig, ob mit oder ohne Mastfutter (Eiweißzugabe). Das beste Ergebnis hat Vitamin-T-Zugabe schon während der Embryonalzeit.

ter während der Schwangerschaft (Tabelle I, Nr. 6). Solche Junge sind stets besonders kräftig und erreichen das Gewicht von etwa 14 g nicht am 40. Lebenstag, sondern 5 oder sogar 10 Tage früher. Für die Tierzucht würde die Übertragung dieser Ergebnisse die Möglichkeit einer Ersparung an Futterzeit bedeuten; d. h. man könnte bei derselben Futtermenge mit Vitamin-T-Zusatz mehr Tiere aufziehen als sonst. Da Vitamin T besonders die in Entwicklung befindlichen Organe anregt, ist die Zeit der Keimdrüsusbildung eine besonders sensible Phase. Bei Erstwürfen von Mäusen stieg z. B. der Normaldurchschnitt zweier Jahre von 3,5 auf 5,3 (1945) und 5,9 (1946) Junge, bei Insekten die Eizahl auf das Dreifache (Käfer, Ameisen, *Drosophila*). Auch die menschliche Haut wird als ständig wachsendes Gewebe sehr günstig beeinflußt. Verschiedene Wundarten, auch solche, die trotz Behandlung viele Wochen nicht heilten, epithelisierten sofort. Diese medizinische Seite des Problems wird jetzt von verschiedenen Kliniken und Ärzten weiter ausgebaut. Es zeigte sich schon, daß auch innerliche Anwendung möglich ist. Bei Schwächezuständen infolge Krankheit oder Unterernährung kam es in 2–3 Wochen trotz gleichbleibender Rationen zu Gewichtszunahmen von 1,5–3,5 kg. Wie bei allen Tierversuchen (Mäuse, Hühner, Amphibien, Fische) zeigte sich weiterhin ein besseres Allgemeinbefinden und eine größere Lebhaftigkeit. Damit liegt die Bedeutung des Vitamins T auch für die Medizin klar vor Augen.

WILHELM GOETSCH

Forschungsstelle Prof. Dr. W. Goetsch, Krumpendorf (Kärnten, Österreich), den 22. Januar 1947.

Summary

The recently discovered vitamin T complex can be extracted from different kinds of yeast and ascomycetes, but also from insects that feed on such micro-organisms. In case of a sufficient amount of protein in the food, vitamin T causes an "acceleration of devel-

¹ W. GOETSCH, Vitamin T, ein neuartiger Wirkstoff, Österr. Zool. Z. 1, Heft 1 (1946); Der Einfluß von Vitamin T auf Körperform und Entwicklung, Naturwissenschaften 5, 33 (1946).

opment"; thus it is possible that insects may attain new and varied proportions of their bodies, such as would never occur in nature ("Great modification"). With vertebrates, the assimilation of protein is increased by vitamin T. The result is an enlargement of the body and an increase in weight of from 10 to 20 %, in spite of the

same or even a smaller amount of nourishment. Also with human beings an increase in weight of 3 to 7 pounds was observed within 20 days, though the small rations were not increased. Besides, vitamin T has a favourable influence on healing wounds. The importance of vitamin T for agriculture and medicine is obvious.

Tabelle II

Wirkung von Vitaminpräparaten auf Größe und Entwicklung der Taufliege (*Drosophila melanogaster*). Die Larven nehmen aus gärenden Obstresten normalerweise Hefen und Pilzstoffe auf. Wildtiere schwanken infolgedessen beträchtlich in der Größe. So maßen z. B. Zucht Krumpendorf: Männchen 1,5–2,2 mm, Weibchen 1,8–2,5 mm, reine Linie Zool. Institut Zürich: Männchen 2,0–2,3 mm, Weibchen 2,3 bis 2,6 mm. Die auf den Früchten befindlichen Hefen und Pilze können durch sorgfältiges Abwaschen und Abbürsten entfernt werden. (In der Tabelle sind Durchschnittswerte von je 60 Tieren angegeben.)

Versuche Oktober	Reinzucht Krumpendorf 1945		Reine Linie Zürich 1946		
	Männchen	Weibchen	Männchen	Weibchen	Entwicklung
Nr. 1. Gereinigte Äpfel, äußere Hefen usw. entfernt					
	1,8 mm	2,1 mm			
Nr. 2. Ungereinigte Äpfel, mit verschiedenen Wildhefen					
	1,9 mm	2,3 mm	2,1 mm	2,5 mm	wechselnd
Nr. 3. Zugabe von Vitamin B ₁ und B ₂ mit Eiweißstoffen					
Mais-Agar-Zucker					
+ Backhefe	—	—	2,0 mm	2,4 mm	gut normal
gereinigte Äpfel					
+ Backhefe	1,7 mm	2,2 mm	2,3 mm	2,5 mm	
Nr. 4. Gereinigte Äpfel + Askomyzetenpräparat (Vitamin-T-haltig, ohne Eiweißstoffe)					
gereinigte Äpfel					
+ Pilzpräparat	1,8 mm	2,3 mm	2,1 mm	2,3 mm	gut, schnell
Nr. 5. Zugabe von proteinhaltigem Vitamin-B ₁ - und B ₂ -Präparat + Askomyzetenpräparat					wie bei Nr. 4
gereinigte Äpfel					
+ Backhefepräparat					
+ Pilzpräparat	—	—	2,4 mm	2,7 mm	gut, schnell
Nr. 6. Zugabe von proteinhaltigem Präparat mit Vitamin-B- und Vitamin-T-Komplex					
gereinigte Äpfel					
+ Präparat aus frischer <i>Torula</i>	—	—	2,5 mm	2,7 mm	sehr gut, sehr schnell
gereinigte Äpfel					
+ Präparat aus <i>Torula</i> -Nähr- eiweiß	2,5 mm	3,0 mm	2,5 mm	2,8 mm	

Ergebnisse: Gereinigte Äpfel ohne Vitaminzugaben erzeugen in schlechter langsamer Entwicklung (mit viel Ausfällen) kleine Tiere (Nr. 1). Bei Zugabe von Vitamin B₁ und B₂ + Eiweißstoffen ist die Entwicklung und die Größe normal (Nr. 3). Askomyzetenpräparate verursachen hier, wie auch bei anderen Insekten, gute schnelle Entwicklung mit sehr geringer Todesrate, aber nur kleine Fliegen (Nr. 4). Eine Kombination von Vitamin-B- und Pilzpräparaten steigert die Größe (Nr. 5). Beste Ergebnisse, mit geringer Todesrate, erzielte das aus *Torula utilis* gewonnene Präparat (Nr. 6). (Derartige Tiere erinnern an die «Giganten» bei Ameisen, die auf ähnliche Weise entstehen.)

Die Wirkung von Chinonen auf das Hefewachstum

In Verfolgung unserer Untersuchung über den Mechanismus der antibiotischen Wirkung der Chinone¹ haben wir nunmehr die Hemmwirkung einiger Chinone auf das Hefewachstum geprüft. Es erschien uns interessant, diese Effekte mit denjenigen zu vergleichen, die von denselben Substanzen auf Bakterien, Schimmelpilze und andere Organismen ausgeübt werden².

¹ O. HOFFMANN-OSTENHOF und W. H. LEE, Mh. Chem. 76, 180 (1946). — O. HOFFMANN-OSTENHOF und E. BIACH, ib. 76, 319 (1947); Exper. 2, 405 (1946).

² A. E. OXFORD, Chem. Industry 61, 189 (1942). — E. F. MOELLER, zit. nach K. WALLENFELS, Angew. Chem. 58, 1 (1945). — C. A. COLL-WELL und M. McCALL, J. Bacter. 51, 659 (1946). — L. V. BERTALANFFY, O. HOFFMANN-OSTENHOF und O. SCHREIER, Nature 158, 948 (1946).

Wir verwendeten einen Reinzuchtstamm von *Saccharomyces cerevisiae*, den wir der Versuchsstation für das Gärungsgewerbe in Wien XVIII verdanken. Die Tests wurden in synthetischen Medien durchgeführt. Die Messungen der Hemmung wurden mit Hilfe einer Zählekammer nach etwa 24 Stunden Bebrütung bei 35° C durchgeführt. Die Blindversuche, die zum Vergleich angestellt wurden, gaben unter denselben Bedingungen etwa sechsfache Vermehrung der Hefezellen. Wir bringen einige unserer typischen Ergebnisse in Tabelle I.

Einige Versuche mit einem *Torulastamm* unter sonst gleichen Bedingungen ergaben weitgehendst übereinstimmende Resultate.

Es erscheint uns bemerkenswert, daß nur die stärksten Konzentrationen weniger Chinone imstande waren, die Hefe abzutöten; in allen übrigen Fällen konnte nur

eine fungistatische Wirkung beobachtet werden, da nach Überimpfen auf ein Bierwürzemedium auch völlig in ihrem Wachstum gehemmte Hefezellen sich wieder zu vermehren begannen. Getötete Zellen konnten durch Färbung mit Neutralrot von bloß gehemmten nicht unterschieden werden, was wohl daran liegt, daß die gerbenden Eigenschaften der Chinone die Zellen an der Aufnahme des Farbstoffs verhindern. Sie scheinen dagegen merklich kleiner zu sein als lebende Zellen und machen einen geschrumpften Eindruck, was wir ebenfalls der gerbenden Wirkung der Chinone zuschreiben möchten.

Tabelle I

Durch verschiedene molare Konzentration von Chinonen verursachte Hemmung des Wachstums von *Saccharomyces cerevisiae*

Substanz	$2 \cdot 10^{-3}$	Molare Konzentration		
		$4 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-5}$
<i>p</i> -Benzochinon	×	+++	+	(+)
Toluchinon	×	+++	++	(+)
<i>p</i> -Xylochinon	×	+++	+++	+
2,6-Dichlorbenzochinon	++	+	○	
4-Methoxytoluchinon...	+++	++	+	○
2,6-Dimethoxybenzo- chinon	+	○		
1,4-Naphthochinon	+++	++	+	○
1,2-Naphthochinon	×	+++	++	+
2-Methyl-1,4-naphtho- chinon		+++	+++	++
Lawson	+	○		
Isonaphthazarin	+	○		
Naphthazarin		+++	+++	++
2-Methylnaphthazarin ..		+++	++	++
2,3-Dichlornaphtho- chinon		++	++	++

× = komplett abtötende Konzentration

+++ = völlige Wachstumshemmung

++ = 50–90%ige Wachstumshemmung

+= 20–50%ige Wachstumshemmung

(+) = 5–20%ige Wachstumshemmung

○ = keine Hemmung

Wenn wir die antibakteriellen Effekte der untersuchten Substanzen¹ mit denjenigen gegenüber dem Hefewachstum vergleichen, so kann man kaum von einem parallelen Verhalten von Hefe und Bakterien gegenüber den Chinonen sprechen. Wohl wirken die stark bakteriostatischen Naphthazarine auch auf das Hefewachstum stark hemmend; anderseits sind die stark antibakteriellen Methoxyderivate des *p*-Benzochinons gegenüber der Hefe kaum wirksam.

COLLWELL und McCALL² konnten feststellen, daß die bakteriostatischen und fungistatischen Effekte einzelner Chinone durch Zugabe größerer Mengen von Sulfhydrylkörpern und anderen reduzierenden Stoffen aufgehoben werden können. Dies ist, wie wir feststellen konnten, auch bei der Hefe der Fall, wenn man einen Überschuß von Cystein oder NaHSO_3 zusetzt.

Was den Wirkungsmechanismus der Chinone betrifft, so hat der eine von uns³ kürzlich an anderer Stelle über deren Wirkungsweise gegenüber Bakterien be-

¹ A. E. OXFORD, Chem. Industry 61, 189 (1942). – E. F. MOELLER, zit. nach K. WALLNFELS, Angew. Chem. 58, 1 (1945). – C. A. COLLWELL und M. McCALL, J. Bacter. 51, 659 (1946). – L. v. BERTALANFFY, O. HOFFMANN-OSTENHOF und O. SCHREIER, Nature 158, 948 (1946).

² I. c.

³ O. HOFFMANN-OSTENHOF, Science 105, 549 (1947).

richtet und der Meinung Ausdruck gegeben, daß es sich hier um eine Summierung mehrerer Effekte handle. Von diesen seien bei Anwendung niedriger Konzentrationen vermutlich die Inhibitorenwirkungen der Chinone auf Atmungsfermente, die bei der Synthese wichtiger Stoffwechselteilnehmer («essential metabolites») beteiligt sind, dominant, während bei höheren Konzentrationen der Chinone eine Eiweißwirkung, wahrscheinlich Gerbung der Zellmembran, der ausschlaggebende Faktor sein dürfte.

Bei der Hefe waren nun noch weitere mögliche Mechanismen zu berücksichtigen. WOOLLEY¹ berichtet, daß die Wirkung des 2,3-Dichlor-1,4-naphthochinons auf Hefe bei niederen Konzentrationen der toxischen Substanz durch Stoffe mit Vitamin-K-Wirkung aufgehoben werden können. Er schließt daraus, daß in diesem Fall der erstgenannte Stoff seine Hemmwirkung durch Verdrängung des von der Hefe als Wuchsstoff benötigten Vitamins K ausübe; es handle sich hier also um einen strukturell bedingten Antagonismus. In einer größeren Versuchsreihe war es uns niemals möglich, die Befunde von WOOLLEY zu reproduzieren; vitamin-K-aktive Substanzen erwiesen sich selbst als starke Hemmer des Hefewachstums und bei Zusatz von K-aktiven Stoffen zu durch 2,3-Dichlor-1,4-naphthochinon gehemmten Hefezellen konnte immer an Stelle der erwarteten Aufhebung der Hemmwirkung Summierung der Inhibitoreffekte beobachtet werden. Auf Grund dieser Befunde können wir die Anschauungen von WOOLLEY nicht bestätigen; allerdings stand uns zu unseren Versuchen nicht derselbe Stamm zur Verfügung, mit dem er gearbeitet hat².

Ein anderer zu berücksichtigender Faktor war die Möglichkeit, daß die Chinoneffekte auf der bekannten antimitotischen Wirkung³ dieser Substanzen beruhen. BAUCH⁴ konnte mit einer Reihe von antimitotisch wirksamen Stoffen bei Hefe das Auftreten von Gigasformen beobachten, von denen er annahm, daß es sich um polyploide Formen handle. Auch wir glaubten, diese Riesenzellen beobachtet zu haben; wir konnten aber bei genauer Ausmessung der Zellgrößen und nach statistischer Auswertung dieser Zahlen in dieser Hinsicht keinen sicheren Befund erzielen. Wir sind zur Zeit dabei, die Frage der Polyploidisierung der Hefezellen durch Chinone mit Hilfe von Tröpfchenkulturen weiter zu prüfen. Ein direkter Nachweis der polyploiden Formen durch Zählung der Chromosomen ist bei der Hefe leider nicht möglich.

Versuche über den Einfluß der Chinone auf verschiedene Fermentsysteme der Hefe sind im Gange.

O. HOFFMANN-OSTENHOF, P. WERTHEIMER und K. GRATZL

I. Chemisches Laboratorium der Universität Wien und Biologische Station Wilhelminenberg, Wien XVI, den 3. Mai 1947.

Summary

Certain derivatives of *p*-benzoquinone and the naphthoquinones cause a strong inhibition of the growth of yeast. The strongest concentrations of some of these compounds even show a fungicidal potency. The authors discuss the possible mode of action of this inhibition.

¹ D. W. WOOLLEY, Proc. Soc. exp. Biol. Med. 60, 225; (1945) Advances in Enzymology 6, 129 (1946).

² WOOLLEY selbst glaubt, daß die von ihm geschilderte antagonistische Wirkung nur bei sehr geringen Konzentrationen der toxischen Substanz zur Geltung kommt und jedenfalls nur ein Teilstoff der hemmenden Wirkung sein kann (persönliche Mitteilung).

³ Vgl. z. B. R. MEIER und M. ALLGÖWER, Exper. 1, 57 (1945).

⁴ R. BAUCH, Naturwiss. 30, 263 (1942).

Localisation de l'acide ribonucléique et des protéines dans l'ovaire de Grenouille normal et centrifugé

Nous avons décrit précédemment¹ la localisation de l'acide ribonucléique dans l'ovaire de Grenouille normal et montré que cette substance se répartit dans les gros oocytes, suivant un gradient décroissant du pôle animal au pôle végétatif. Si on fixe un ovaire de *Rana fusca* dans un mélange alcool-formol-acide acétique et colore les coupes au bleu de toluidine, on observe en outre l'existence d'une mince couche basophile dans le *cortex* de l'œuf; la basophilie disparaît après traitement par la ribonucléase cristallisée. Lorsqu'on centrifuge l'ovaire à 1200 g pendant 5 à 10 minutes, on observe que les ribonucléoprotéides s'accumulent au pôle animal où ils forment une calotte fortement basophile, correspondant à l'hyaloplasme. La vésicule germinative, où les nucléoles se déplacent dans le sens centrifuge, se trouve au milieu de cette zone basophile. Celle-ci se prolonge latéralement par la pellicule basophile corticale signalée plus haut; cette mince couche n'est pas affectée de manière appréciable par la centrifugation.

Si on applique à des coupes d'ovaires de *Rana fusca* ou *Rana pipiens* les réactions cytochimiques décrites par SERRA² et par THOMAS³ pour la détection de l'arginine et de la tyrosine, on obtient les résultats suivants: la coloration obtenue est intense au niveau des nucléoles dans la vésicule germinative et des noyaux des cellules folliculeuses. Quant au cytoplasme, la réaction est beaucoup plus forte dans les gros oocytes, riches en vitellus, que dans les petits, à l'inverse de ce qu'on observe dans le cas de l'acide ribonucléique. Dans les gros oocytes, on distingue aisément un *gradient* diamétralement opposé à celui qui a été décrit pour la basophilie: la réaction est en effet surtout marquée dans le vitellus et son intensité s'accroît à mesure que la taille des plaquettes augmente. Les grosses plaquettes du pôle végétatif réagissent aussi fortement que les nucléoles, alors que la coloration est discrète au pôle animal. Dans les oocytes centrifugés, la calotte basophile réagit beaucoup moins fortement que le vitellus: les ribonucléoprotéides des œufs de Batraciens paraissent donc pauvres en arginine et en tyrosine par rapport au vitellus. Des observations analogues peuvent être faites lorsqu'on colore les coupes par la méthode de HYDÉN⁴ pour la détection des protéines acides (coloration par un colorant acide en milieu acide et en présence d'un détergent).

L'intérêt de ces constatations réside surtout dans le fait qu'il est possible de les rapprocher des conceptions théoriques développées par DALCQ et PASTEELS⁵: selon ces auteurs, deux des facteurs essentiels de la morphogénèse seraient un champ cortical, que la centrifugation ne touche pas, et un gradient vitellin. Les méthodes cytochimiques apportent une base concrète aux idées de DALCQ et PASTEELS, puisqu'elles permettent de démontrer l'existence, déjà dans l'oocyte, d'une couche ribonucléoprotéique corticale que la centrifugation n'influence pas et d'un gradient dans la teneur en certains acides aminés (arginine, tyrosine) du vitellus.

J. BRACHET

Laboratoire de morphologie animale (Université de Bruxelles) et Department of Zoology (University of Pennsylvania), le 13 juin 1947.

¹ J. BRACHET, Arch. Biol. 51, 151 (1940); 53, 207 (1942).

² J. A. SERRA, Stain Technol. 21, 5 (1946).

³ L. E. THOMAS, J. cell. compar. Physiol. 28, 145 (1946).

⁴ H. HYDEN, Acta physiol. Scand. 6, suppl. 17 (1943).

⁵ A. DALCQ et J. PASTEELS, Bull. Acad. roy. Méd. Belg. VI 3, 261 (1938).

Summary

Cytochemical methods demonstrate, in large frog's oocytes, a cortical ribonucleoprotein layer, which is not shifted by centrifugation, and a gradient in the arginine and tyrosine content of the yolk. These observations lend support to DALCQ and PASTEELS' theoretical ideas.

“Diabetes Renalis in Diabète Mellito” and the “Sugar-proof Kidney”

It is an experimental fact that when blood sugar concentration is increased by administering glucose, at a certain concentration sugar suddenly appears in the urine. This “critical” concentration was called in the past “the sugar threshold” and it was thought to be a fixed value of the organism, whose fixation was maintained by vital forces. It is the desert of CUSHNY, REHBERG, RICHARDS, SMITH, and SHANNON¹ that the phenomenon of this “threshold” has now been clarified with the aid of the theory of filtration and reabsorption and the clearance method. The “threshold” phenomenon is due to the fact that tubular sugar reabsorption has an upper physiological limit (Tm_g = maximal quantity of glucose that can be reabsorbed by the tubules per unit time).

Already in 1944 one of us (FÖLDI) together with SZENES² worked out a method by means of mathematical considerations that makes the calculation of the “aglucosuric blood sugar concentration” possible. The “aglucosuric blood sugar concentration” means a calculated blood sugar concentration above which filtered glucose is not reabsorbed, but passes into the urine. It is the function of the actual blood sugar concentration, the clearance, and the tubular sugar reabsorption:

$$Ag = Pg \cdot \frac{Rg}{Fg} = Pg - \frac{P}{U} \cdot Ug$$

Ag = aglucosuric blood sugar concentration (mg %)

Pg = actual blood sugar concentration (mg %)

Rg = reabsorbed glucose (mg per minute)

Fg = filtered glucose (mg per minute)

P = plasma creatinine or inulin concentration (mg %)

U = urinary creatinine or inulin concentration (mg %)

Ug = urinary glucose concentration (mg %).

Ag signifies a great advance over Tm_g —although the latter is included in it—as it takes into account not only tubular sugar reabsorption, but also glomerular sugar filtration. For the determination of Ag nothing else is required but the determination of blood and urinary creatinine and glucose concentrations. Measuring urine volume is unnecessary. There is no need for the tedious old method according to which the blood sugar concentration of diabetics was diminished, that of normal persons raised, and thus it was observed at which blood sugar concentration urinary sugar appears resp. disappears.

Upon infusing glucose intravenously Ag first follows the curve of Pg proportionally, afterwards its curve flattens. The reason for this flattening is supplied by the phenomenon of Tm_g . (See Figure No. 1, quoted from the work of SZENES and FÖLDI².)

At the present we measure Ag in every diabetic patient of our clinic. Representing these cases graphically we get the same curve as in the single case in which blood sugar concentration was raised by means of glucose in-

¹ See O. SPÜHLER, Zur Physio-Pathologie der Niere, Bern 1946, S.198. – H. W. SMITH, Lectures on the Kidney (Kansas 1943).

² T. SZENES and M. FÖLDI, Orvosok lapja 3, 131 (1945) (Hungarian).

fusion. (See Figure No. 2.) The crosses on the right and below the stripe represent the diabetics, where we have diminished tubular sugar reabsorption by means of phlorizin (10 ml of a 1% solution intravenously) thus causing "diabetes renalis in diabete mellito". Before the injection of phlorizin these cases also lay in the stripe.—

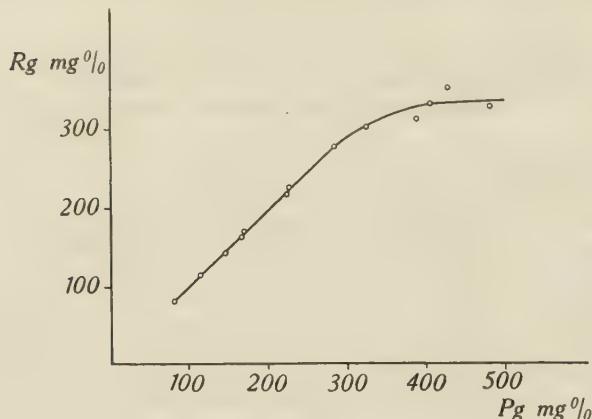


Fig. 1.

The dots in the same space below the stripe signify diabetic cases, where we assume—in analogy to the phlorizin cases—that glucosuria is partially caused by renal factors. Already in 1927 HJÄRNE¹ pointed out that there are such cases. Our method makes possible an easy diagnosis of cases like this.—The crosses in the field on the left and above the stripe are cases of hyperglycemia and aglucosuria. Therefore we assume that this is the field of the "sugar-proof kidney".

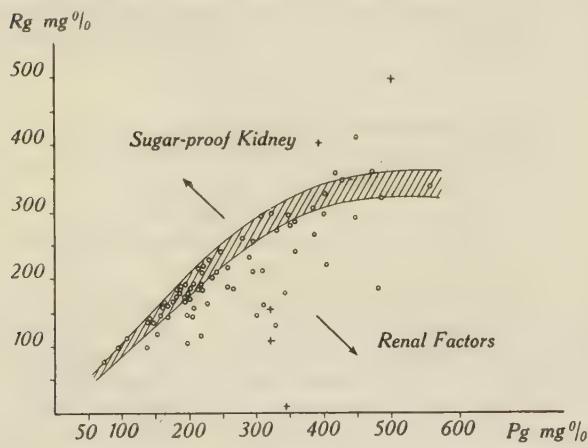


Fig. 2.

The coefficient of correlation between Pg and Rg in our 50 normal cases was $r = 0.94$, probable error $f = 0.0112$. — On the basis of statistical calculation Rg can be calculated in every case by means of the equation:

$$Rg = -0.00121 Pg^2 - 1.3 Pg - 24 \quad (\sigma = \pm 13.6).$$

The equation—calculated for *clinical* purposes—is only valid in the range between 100 and 600 mg % Pg . By means of the equation it is possible to decide in the individual case whether it is a simple case of non complicated, normal diabetes mellitus, or a case where glucosuria is partially caused by renal factors—"diabetes renalis in diabete mellito"—or finally a case of "sugar-proof kidney", where Rg is higher than the calculated Rg , whereas in the former case the lower Rg than the calculated one shows the presence of renal factors.

¹ U. HJÄRNE, Acta med. Scand. 67, 422, 495 (1927).

The theoretical and practical importance of recognizing "diabetes renalis in diabete mellito" is apparent. The significance of recognizing the "sugar-proof kidney" is that it points to the necessity of the thorough examination of the kidney, because—*though theoretically there may be a tubular reabsorption of more sugar than usual*—in practice the rise of Rg is caused by a low clearance.

M. FÖLDI, G. SZABÓ, and S. ZSOLDOS.
First Medical Clinic, University of Budapest, June 7, 1947.

Résumé:

Nous appelons «concentration aglycosurique du sucre sanguin» (Rg) la concentration calculée limite au-dessus de laquelle le sucre dissous dans le plasma n'est plus résorbé mais s'élimine avec l'urine (Clarence). Lorsque le sucre sanguin augmente, Rg monte d'abord proportionnellement, puis la courbe s'aplatit vers 350 mg %. Le compartiment d' Rg a été étudié statistiquement. De cette façon on a obtenu une méthode qui donne de bons résultats pratiques pour reconnaître d'une part le diabète rénal compliqué de diabète mellitus et d'autre part un rein relativement étanche au sucre.

D I S P U T A N D A

A propos du complexe neuroglandulaire de *Ciona intestinalis*

Dans une note parue assez récemment¹, MM. BACQ et FLORKIN discutent une partie des résultats de mes recherches concernant une éventuelle fonction de la glande neurale des Ascidies². Je n'avais pas eu, en effet, connaissance du travail *in extenso* de MM. BACQ et FLORKIN³ dont la référence ne figure pas au *Zoological Record*, où se trouve pourtant indiquée la note préliminaire dont j'avais fait état⁴. J'ai examiné avec attention cette publication *in extenso* pour voir dans quelle mesure la technique utilisée par les auteurs peut être considérée comme «beaucoup plus fouillée» que celle dont je me suis servi.

MM. BACQ et FLORKIN ont travaillé sur un total de 370 *Ciona* et 1 cm³ de leur extrait neutralisé correspondait à environ 25 organes de *Ciona*, concentration qui est relativement faible. Du fait de leur matériel restreint il n'ont pu faire, en ce qui concerne l'activité oocytocique de leur extrait, que trois essais: deux sur l'utérus de Rat, un sur l'utérus de Cobaye. Pour ma part c'est à partir de plus de 9000 *Ciona* que j'ai préparé mes extraits, tantôt suivant la méthode de MM. BACQ et FLORKIN, tantôt suivant d'autres méthodes, ce qui m'a permis de faire un nombre très élevé d'expériences, mettant en évidence par exemple² les variations des réponses du muscle utérin avec la concentration des extraits, ce que n'ont malheureusement pu faire MM. BACQ et FLORKIN.

Ceux-ci avaient bien, comme ils le font remarquer, envisagé l'existence de substances histaminiques dans leurs extraits, substances dont la présence chez les Invertébrés marins, précisée dans un travail postérieur au leur par UNGAR et PARROT⁵, avait cependant déjà été signalée antérieurement (BOTAZZI, 1921; ACKERMANN, HOLTZ et REINWEIN, 1926). Pour discriminer dans les extraits l'action du principe oocytocique sup-

¹ Z. M. BACQ et M. FLORKIN, Exper. 2, 451 (1946).

² J. M. PÉRÈS, Ann. Inst. Oc. 21, 229-359 (1943).

³ Z. M. BACQ et M. FLORKIN, Arch. Int. Physiol. 40, 4, 422-428 (1935).

⁴ Z. M. BACQ et M. FLORKIN, C. R. Soc. Biol. 118, 814-815 (1935).

⁵ G. et A. UNGAR et J.-L. PARROT, C. R. Soc. Biol. 126, 1156 (1937).

posé, de celle de l'histamine, MM. BACQ et FLORKIN ont utilisé la méthode de GUGGENHEIM citée par PENAU, BLANCHARD et SIMONNET¹, méthode qui consiste à laisser l'extrait au contact d'une solution de soude pendant une à deux heures, ce qui aurait pour résultat de respecter l'histamine mais d'inactiver le principe oocytique posthypophysaire. J'ai déjà fait remarquer, d'après FOURNIER², que ce procédé a un résultat diamétralement opposé puisque cet auteur dit de l'histamine: «stable en milieu acide elle se détruit rapidement en milieu alcalin».

L'extrait «non inactivé» par ce traitement de MM. BACQ et FLORKIN était, de leur aveu même³, dépourvu d'action sur l'utérus de Rat dans les conditions de leur expérience, peut-être en partie, à mon sens, parce que trop peu concentré. Quant à l'extrait «inactivé», il provoqua «la baisse du tonus et l'arrêt momentané des contractions», action que je me garderai d'expliquer, quoiqu'on puisse peut-être se demander s'il n'y a pas eu perturbation du milieu de survie du fait de l'addition en quantité non négligeable du SO_4Na_2 produit par la neutralisation de la soude par l'acide sulfurique. Quoiqu'il en soit, il me paraît que, des deux expériences faites par MM. BACQ et FLORKIN sur l'utérus de Rat, il ne peut être tiré aucune conclusion décisive pour les raisons que je viens d'exposer. Quant à leur essai d'extrait non inactivé sur un utérus de cobaye vierge, il prouve simplement la présence d'une substance oocytocique sans qu'on puisse préciser s'il s'agit d'une substance histaminique ou d'un principe analogue au principe oocytocique posthypophysaire. J'estime en définitive que, d'après les observations de MM. BACQ et FLORKIN, le seul argument qui puisse être retenu, à mon sens, comme prouvant l'existence d'une substance histaminique dans les extraits de complexe neuroglandulaire de *Ciona* est «la chute de pression sanguine précédant l'hypertension» qu'ils ont observée chez le chat⁴. Je crois avoir plus solidement établi l'existence d'une substance histaminique a) par mes expériences d'inactivation en milieu alcalin; b) par mes expériences sur l'influence des extraits sur les oxydations tissulaires *in vitro*⁴; c) par la pratique de la réaction de Pauly, bien que celle-ci ne soit caractéristique que du noyau imidazole; et surtout d) par mes expériences de fractionnement des extraits par une méthode calquée sur celle d'ABEL, ROUILLER et GEILING pour les extraits posthypophysaires de Mammifères⁴. Cette méthode fournit deux fractions séparées, formées, l'une des substances non précipitables par le chlorure mercurique (principes histaminiques), l'autre des substances précipitables par ce sel (principe oocytocique posthypophysaire). J'ai constaté que dans le cas des extraits de complexe neuroglandulaire de *Ciona*, la première fraction présentait vis-à-vis du muscle utérin de rat une activité sensiblement égale à celle de l'extrait acétono-acétique total, tandis que la deuxième fraction, qui devrait renfermer le principe oocytocique analogue à celui de l'hypophyse des Mammifères, s'il existait, s'est montrée, dans les mêmes conditions, complètement inactive.

J'avais, d'autre part, fait, sur le pouvoir mélano-phorodilatateur des extraits neuroglandulaires de *Ciona*, quelques essais préliminaires; mais, vu la rareté relative de *Rana temporaria* en Provence, et l'impossibilité

¹ H. PENAU, L. BLANCHARD et H. SIMONNET. L'hypophyse [Les problèmes biol. Tome 12]. Paris, Press Univ. 1929.

² A. FOURNIER, Contribution à l'étude expérimentale et clinique de l'histamine. Thèse méd. Marseille 1939.

³ Z. M. BACQ et M. FLORKIN, Arch. Int. Physiol. 40, 4, 422-428 (1935).

⁴ J.-M. PÉRÈS, Ann. Inst. Oc. 21, 229-359 (1943).

où j'étais alors de m'en procurer dans d'autres régions de France, j'ai dû renoncer à les poursuivre faute de pouvoir constituer le petit stock d'animaux sélectionnés qui m'eut été nécessaire pour réaliser de façon satisfaisante les conditions expérimentales précisées par HOGBEN et WINTON.

Je préciserais enfin, en conclusion de ce qui précède, que c'est intentionnellement que je n'ai pas dans mon travail *in extenso*, repris l'opinion que MM. BACQ et FLORKIN me reprochent de leur avoir attribuée dans une publication préliminaire, à savoir «que la glande neurale ou le ganglion qui l'avoisine est le siège d'une sécrétion»¹. Cette extrapolation avait cependant déjà été faite par HANSTRÖM², et lorsque je l'ai imité, la découverte récente de la glande asymétrique dont l'aspect endocrine est indéniable, m'avait porté à écrire ces lignes que je me suis bien gardé de reprendre dans mon travail ultérieur où je précise³ que «j'ignore la signification de la glande asymétrique».

Je noterai en terminant que MM. BACQ et FLORKIN prétendent que «la présence de l'hypophyse et du ganglion n'est pas d'intérêt vital pour l'Ascidie, puisque, après l'extirpation de ces organes, l'animal vit normalement en aquarium» et renvoient au travail antérieur de M. BACQ⁴. Il est regrettable que MM. BACQ et FLORKIN aient aussi complètement négligé les phénomènes de régénération du ganglion nerveux de *Ciona*, connus depuis 35 ans à l'époque où ils ont fait leurs recherches, et cités dans l'excellente mise au point d'ABELOOS⁵. Dans les conditions de température où M. BACQ a opéré, il résulte des recherches de SCHULTZE⁶ et de mes propres expériences⁷ qu'une ébauche de ganglion est présente dès le 5^{me} jour, et qu'un complexe neuroglandulaire normal devait être reconstitué au plus tard vers le 15^{me} jour, ceci d'autant que M. BACQ a pratiqué une extirpation très localisée. J'avais au contraire pratiqué une exérèse très large pour éviter, autant que possible, que l'étude des processus histologiques de la régénération ne fût gênée par une éventuelle prolifération ou migration des cellules nerveuses éparses le long des nerfs issus du ganglion extirpé.

Il est infiniment regrettable que M. BACQ, dans son mémoire⁸ dont une part importante repose sur des expériences d'exérèse du ganglion ou du complexe neuroglandulaire, ait méconnu la régénération de ces formations. Ceci d'autant plus que, les mêmes expériences, contrôlées parallèlement par l'étude histologique de la marche de la régénération sur des lots importants d'animaux témoins (pour éliminer l'influence des variations individuelles) eussent pu conduire à des résultats fort intéressants relativement au rôle du ganglion régénéré encore isolé des nerfs laissés en place par l'opération, et relativement à l'influence sur l'excitabilité ou le fonctionnement de divers organes des raccordements successifs avec ces nerfs du ganglion régénéré.

J.-M. PÉRÈS

Laboratoire de Malacologie du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, le 23 avril 1947.

¹ J.-M. PÉRÈS, Bull. Inst. Oc. no. 828 (1942).

² B. HANSTRÖM, Hormones in Invertebrates. 1939.

³ J.-M. PÉRÈS, Ann. Inst. Oc. 21, 229-359 (1943).

⁴ Z. M. BACQ, Bull. Acad. roy. Belg. Cl. Sci. 20, 1042 (1934).

⁵ M. ABELOOS, La régénération et les problèmes de la morphogénèse. Paris. Gauth. Vill. 1932.

⁶ L. S. SCHULTZE, Jena. Z. Naturwiss. 33 (1899).

⁷ J.-M. PÉRÈS, Ann. Inst. Oc. 21, 229-359 (1943).

⁸ Z. M. BACQ et M. FLORKIN, C. R. Soc. Biol. 118, 814-815 (1935).

Nouveaux livres - Buchbesprechungen - Recensioni - Reviews

Microbial Antagonisms and Antibiotic Substances

By SELMAN A. WAKSMAN. 350 Seiten
(The Commonwealth Fund, New York 1945)
(Fr. 19.60)

Dem Autor, welcher das Präsidium der Amerikanischen Mikrobiologischen Gesellschaft innehat, ist die Entdeckung des Streptothricins und des Streptomycins zu verdanken. Bei der Erforschung der Bodenbakterien und niederen Pilze in ihrer normalen Umgebung hat er frühzeitig die Faktoren kennengelernt, welche in der Natur die mikrobiellen Antagonismen bedingen. In seinen zahlreichen Arbeiten (1932–1945), wovon 32 erwähnt werden, stellt er die Bedingungen des biologischen Gleichgewichtes der Mikroben in Gegensatz zum Einzelwissen über ihr Verhalten in der isolierten Reinkultur. Er betrachtet Bakterienarten, *Actinomycetes*- und *Fungistämme* nicht als Einzelindividuen, sondern als Komponenten eines Systems, das er sich experimentell entsprechend zusammenstellt. Auf Grund solcher Versuchsreihen erhält er die Kenntnis von der antibiotischen Wirksamkeit, und da seine Versuchsbedingungen den natürlichen weitmöglichst angepaßt sind, ist es schließlich nur ein kleiner Schritt bis zu der therapeutischen Auswertung der Ergebnisse. Dementsprechend enthält das Buch nicht nur zahlreiche Angaben über die bis heute am besten bearbeiteten Antibiotika, sondern gibt in besonders wertvoller Weise eine Darstellung über die Natur des antibiotischen Vorganges. Dabei ist der biologische Zusammenhang stärker herausgearbeitet, wie der zugrunde liegende Chemismus. Wer sich dagegen für die klinischen Anwendungsmöglichkeiten, für Standardisierung, Haltbarkeit, Prüfung und Dosierung der antibiotisch wirksamen Präparate interessiert, findet diese umfassender im Buche von HERRELL (Penicillin and other Antibiotic Agents, Philadelphia and London 1946) dargestellt.

WAKSMAN gibt am Ende seines Buches eine Bibliographie mit 1016 Titelangaben. Darin ist auch seine Arbeit mit SCHATZ und BUGIE (1944) erwähnt, worin die antibiotische Wirksamkeit *in vitro* von Streptomycin gegen Gram-positive und -negative Mikroorganismen, darunter der Tuberkelbazillus, geprüft wird. Die Versuche, welche seither durch HEILMAN sowie FELDMAN und HINSHAW an Mäusen und Meerschweinchen gemacht wurden, brachten beträchtliche Hemmungen der Tuberkuloseentwicklung. In einigen Fällen hatte die Behandlung mit Streptomycin zur Folge, daß der anfänglich positive Tuberkulintest negativ wurde. Den weiteren Ergebnissen dieser Forschungsrichtung darf man mit Interesse entgegensehen.

CH. WUNDERLY

Experimentelle Grundlagen zu einer modernen Pathologie

Von PAUL BUSSE-GRAWITZ

Mit 120 Abbildungen und 6 farbigen Tafeln, 359 Seiten
(Verlag Benno Schwabe & Co., Basel 1946) (Fr. 32.-)

Dieses Buch besteht aus zwei ungleichen Teilen: in über 280 Seiten bespricht der Verfasser seine Versuche an implantiertem Gewebe; 60 Seiten beschäftigen sich mit der theoretischen Auswertung der histologischen

Bilder. Es ist recht schwer, diese Monographie zu beurteilen, weil die Ansichten BUSSE-GRAWITZ' von denjenigen der meisten Histologen abweichen. Das kommt vor allem in der Deutung der histologischen Befunde immer wieder sowohl im beschreibenden Teil als auch bei den theoretischen Erläuterungen vor; man fragt sich oft, ob nicht Kunstprodukte, Fixierungsartefakte als Tatsachen gedeutet worden sind. Bereits in den ersten geschilderten Versuchen, die sich mit der Implantation von aseptisch entnommener Kaninchenlinse in eine subkutane Wunde befassen, zweifelt man, ob die beobachteten «neuen» Strukturen wirklich Kerne und Zellen darstellen, die «durch Umbildung aus den homogenen Linsenfasern entstanden sind». BUSSE-GRAWITZ berichtet nicht darüber, ob er mit einschlägigen Methoden etwa geprüft hat, ob die mit Hämatoxylin blaugefärbten – basophilen – Massen wirklich Chromatin darstellen. Das gleiche gilt für die Implantationsversuche von Mumiengewebe; die beigebrachten zahlreichen Abbildungen vermögen nicht zu überzeugen, daß sich aus totem Gewebe neue Zellen bilden können. Es würde zu weit führen, zu den theoretischen Ausführungen Stellung zu nehmen, die der Verfasser vor allem gegen VIRCHOWS und COHNHEIMS Lehre der Zelle und der Zellularpathologie gerichtet hat; seine Argumente sind vor allem sehr subjektiv gehalten und stützen sich lediglich auf seine eigene Interpretation der ausgeführten Versuche ohne Berücksichtigung der Literatur. Jeder kritische Leser wird sich seine persönliche Meinung bilden. Ich selbst glaube nicht, daß die Zellenlehre und die allgemeine Pathologie durch die vorliegenden Untersuchungen irgendwie bereichert worden sind, insbesondere scheint es mir, daß sie in ihren Grundlagen durch die neuen Ansichten von BUSSE-GRAWITZ nicht erschüttert werden!

F. ROULET

The Trematoda

With Special References to British and other European Forms

By BEN DAWES. 644 pp, 80 Figs.
(Cambridge, at the University Press 1946)
(52s 6d)

Ein ausgezeichnetes Buch über die europäischen Trematoden, das allen Helminthologen sicherlich sehr gute Dienste leisten wird, insbesondere als Einführung in diese systematisch sehr schwierige Parasitengruppe. Im 1. Kapitel wird das *Phylum Platyhelminthes* und seine Aufteilung in *Turbellaria*, *Trematoda*, *Cestoda* und *Temnocephalida* im allgemeinen besprochen. Trematoden selbst werden in drei Ordnungen aufgeteilt: *Monogenea*, *Aspidogastrea* und *Digenae*. Im 2. Kapitel wird an Hand des Beispiels von *Polystomum integerrimum* und *Fasciola hepatica* die Entwicklung der Trematoden geschildert. Im 3.–5. Kapitel folgt die allgemeine Morphologie der drei Ordnungen. Das 6. Kapitel zeigt die Aufteilung der Trematoden in einzelne Familien und Unterfamilien an Hand gut zusammengestellter Bestimmungsschlüsse. In weiteren Kapiteln sind die wichtigsten Trematoden aus Fischen (8. Kapitel), Amphibien und Reptilien (9. Kapitel), Vögeln (10. Kapitel) und Säugetieren (11. Kapitel) beschrieben und bei jeder Familie sind wieder Bestimmungsschlüsse aufgeführt.

Die Wirtstiere sind in diesen Kapiteln leider nur mit den englischen Namen angezeigt, was in anderssprachigen Ländern gewisse Schwierigkeiten bereiten wird, die nicht durch die am Ende des Buches stehende Liste der englischen und dazugehörigen lateinischen Namen beseitigt werden. Jedenfalls wäre es besser, direkt die lateinischen Namen der Wirtstiere anzugeben. Das 13. Kapitel ist den Entwicklungszyklen der Trematoden gewidmet, das 14. Kapitel ihrer Vermehrung, geographischen Verbreitung und Phylogenie. Das 15. Kapitel behandelt die Lebensweise der Trematoden, ihre Bewegung, Enzytierung, Physiologie der Ernährung, Atmung, des Wachstums, Einfluß auf den Wirtsorganismus, Immunität und Hyperparasitismus. Für die weitere Entwicklung der Chemotherapie ist besonders die Ausnutzung der Kultur der Trematoden *in vitro* aussichtsvoll. Die beiden letzten Kapitel behandeln kurz die Geschichte der Trematodenforschung und die Untersuchungstechnik. Eine ausführliche Literaturübersicht, die bis zum Jahre 1900 die Arbeiten chronologisch, seit 1900 alphabetisch aufführt, und etwa 1500 Literaturangaben enthält, beendet dieses sehr nützliche Buch.

O. JÍROVEC

Aqueous Solution and the Phase Diagram

By F. FIELD PURDON and V. WALLACE SLATER

167 pp., 47 Figs.

(Edward Arnold & Co., London 1946) (24s)

Die im Jahre 1946 erschienene Monographie von PURDON und SLATER über Lösungsgleichgewichte kommt einem dringenden Bedürfnis entgegen. Die Autoren haben sich zum Ziel gesetzt, die verschiedenen Typen der Löslichkeitsdiagramme zusammenzustellen und zu beschreiben. Ferner werden Arbeitsmethoden besprochen, die der Aufstellung der Löslichkeitsdiagramme dienen. Maßgebend für den Aufbau des Werkes waren vor allem didaktische Gesichtspunkte, und es gelingt den Verfassern, den Leser, der sich über dieses Spezialgebiet orientieren will, in leichtfaßlicher Weise von den einfachen Zweistoffsystemen bis zu den bereits recht komplizierten Fünfstoffsystemen zu führen.

Der Referent betrachtet es als besondern Vorzug des vorliegenden Werkes, daß die Diagrammtypen an Hand konkreter Beispiele und mit Angabe aller wünschbaren Zahlenwerte besprochen werden. Dadurch wird die Darstellung sehr anschaulich, und der Leser wird auf diesem Weg mit der Materie rascher und gründlicher vertraut als durch die rein geometrische und abstrakte Behandlung von Systemen, deren Komponenten lediglich durch Buchstaben bezeichnet sind. In diesem Zusammenhang sei auf das interessante Zweistoffsystem $\text{NaOH}-\text{H}_2\text{O}$ verwiesen, das zu einem Löslichkeitsdiagramm mit 18 voneinander verschiedenen Existenzfeldern führt.

Auf die eingehende Behandlung der reziproken Salzpaare wird besonderes Gewicht gelegt; sie umfaßt etwa einen Drittels des Buches und bringt u. a. die wichtige Darstellung nach JÄNECKE, die zur Aufstellung von technischen Arbeitsgängen besonders vorteilhaft ist (z. B. Salpeterkonversion).

Die Fünfstoffsysteme werden nur kurz behandelt. Als Beispiel beschreiben die Verfasser das System $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{SO}_4^{2-}-\text{NO}_3^--\text{Cl}^--\text{H}_2\text{O}$ bei 75°C . Da hier außer den einfachen Salzen KCl , KNO_3 , K_2SO_4 , NaCl , NaNO_3 und Na_2SO_4 nur ein einziges Doppelsalz, der Glaserit $3\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Na}_2\text{SO}_4$, als Bodenkörper erscheint, ist das räumliche Diagramm verhältnismäßig einfach.

Mancher Leser wird bedauern, daß die umfangreichen Arbeiten über die ozeanischen Salzablagerungen nicht berührt werden. Einige Hinweise auf das quinäre System $\text{Na}^+-\text{K}^+-\text{Mg}^{2+}-\text{Cl}^--\text{SO}_4^{2-}-\text{H}_2\text{O}$ und auf die Dreieckdarstellung nach JÄNECKE wären sehr erwünscht.

Die vorliegende Monographie ist als Einführung in das Arbeitsgebiet der Lösungsgleichgewichte sehr geeignet. Auch dem Spezialisten wird sie willkommen sein; sie erleichtert ihm die Übersicht und bringt ihm zahlreiche wertvolle Hinweise und Anregungen.

R. FLATT

Fundamentals of Physical Climatology

By V. CONRAD. 121 pp. (1942) (\$1.25)

Methods in Climatology

By V. CONRAD. 228 pp.

(Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1944) (\$4.-)

On est souvent tenté de voir dans la climatologie une science limitrophe, car elle touche à la géographie, la physique, la biologie, la médecine. Cependant on doit aussi lui accorder la valeur d'une science autonome. Cette climatologie scientifique a son origine surtout dans les travaux de l'école viennoise dont JULIUS VON HANN (1839-1921) fut le maître éminent. Le climatologue autrichien VICTOR CONRAD est un des plus productifs de ses successeurs; à côté d'un grand nombre d'études spéciales, il a à son actif un important volume paru en 1936 en langue allemande sur les éléments du climat et leur dépendance à l'égard des influences terrestres. Depuis 1938, CONRAD occupe un poste d'enseignement scientifique aux Etats-Unis. Les deux ouvrages dont nous rendons compte ici sont des fruits récents de son activité.

Dans le premier de ces deux livres, CONRAD nous offre, sous la forme de huit conférences, un choix de problèmes des plus intéressants de climatologie physique, tels que le bilan de rayonnement, le gradient de température dans l'atmosphère, les inversions de température et l'échange thermique avec la surface de la terre. Le principe de CONRAD est de déduire d'un petit nombre de lois physiques toute la diversité des phénomènes qui relèvent de la climatologie; de cette manière, il nous fait comprendre la différence entre les phénomènes statiques et dynamiques, entre les climatologies analytique et synthétique et c'est là que réside l'attrait et l'intérêt des idées exposées dans ce livre.

Le deuxième ouvrage a plus d'importance que le premier aussi bien au point de vue pratique que scientifique. La climatologie court toujours le risque de s'en tenir aux idées de la statistique conventionnelle qui se base avant tout sur la *moyenne* de chaque élément. Les climatologues actuels et notamment ceux de l'école viennoise ont développé avec succès de nouvelles méthodes de climatologie statistique. Sans négliger la moyenne, on attribue aujourd'hui une importance prépondérante aux variations et aux déviations des éléments, on étudie leur distribution de fréquence et leur marche dans des situations météorologiques typiques. Cette nouvelle évolution de la climatologie tend à remplacer les méthodes géographiques par des méthodes spécifiquement climatologiques. Alors que la climatographie, branche de la géographie, se borne à décrire les phénomènes du climat, la véritable climatologie cherche à les expliquer et à déterminer les conditions

physiques sous l'influence desquels ils se manifestent.

Ces idées se trouvent dispersées dans un grand nombre de publications parues surtout en Allemagne, en Autriche et en Suisse, mais dans ce dernier livre de CONRAD, elles sont condensées en un petit manuel qui présente sous une forme aisément accessible toutes les méthodes modernes de la climatologie. On y trouve en particulier

les méthodes d'une statistique adaptée aux problèmes concernant les approximations, les variations, les distributions de fréquence et basée sur la théorie de probabilité. Cet ouvrage de CONRAD est donc appelé à jouer un rôle important dans le développement futur de la climatologie.

W. MÖRIKOFER

Informations - Informationen - Informazioni - Notes

EXPERIENTIA MAJORUM

Notizen zur Geschichte der Sphygmographie

III¹

Der Übergang von der blutigen zur unblutigen Pulsschreibung

In der Entwicklung der Sphygmographie während des 19. Jahrhunderts lassen sich deutlich verschiedene Abschnitte unterscheiden, aus denen jedoch hier nur einzelne, bisher wenig beachtete Punkte herausgegriffen werden sollen:

1. Die blutige Methode wird von den Vertretern der reinen physiologischen Experimentalwissenschaft bis zur maximalen Leistungsfähigkeit ausgebaut, ohne daß irgendwelche praktischen Gesichtspunkte berücksichtigt werden.

2. Im Interesse der klinischen Verwendbarkeit der Sphygmographie sucht man nach technisch einfachen und mathematisch einwandfrei konstruierten Apparaten, die am Krankenbett verwendet werden können.

3. Um den von der klassischen Sphygmographie vernachlässigten diagnostisch wichtigen Volumpuls zu erfassen, werden von einzelnen Forschern grundlegend neue Methoden erdacht, die auf der Volummetrie beruhen.

An der Schwelle des 19. Jahrhunderts steht ein Biologe, der auch die Probleme des Blutkreislaufes in den Kreis seiner umfassenden Experimentierkunst einschloß. LAZARO SPALLANZANI (1729–1799), ein Vertreter der HALLERSchen Forschungsrichtung, sucht in seinen «Expériences sur la circulation observée dans l'universalité du système vasculaire» (Paris 1800) die Dilatation der Arterie während der Systole des Herzens direkt zu messen. Im 7. Abschnitt², wo die Ursache des Arterienpulses behandelt ist, berichtet SPALLANZANI über seine «neuen Beweise» für die Erweiterung der Aorta. Am Salamander legt er um die beinahe vollständig isolierte Hauptschlagader einen verschließbaren Ring, dessen innerer Durchmesser etwas weiter ist als derjenige der Aorta im dilatierten Zustande und beobachtet dann innerhalb des frei hängenden Ringes die Verminderung des Zwischenraumes während der Herzstole und dessen Vergrößerung während der «Kontraktion» der Arterie. Der Erweiterung proportional ist die Verlängerung der Arterie, wie sich SPALLANZANI in einem späteren Versuch ausdrückt; zwischen zwei Ligaturen fehlt sowohl die Dilatation wie die Verlängerung. Und am Schluß seines Werkes stellt der Verfasser in allgemeiner Hinsicht folgendes fest: Der Grad der Erweiterung ist abhängig von der Größe des Gefäßes und verschieden bei verschiedenen Tieren; das Kaliber der

Arterie nimmt häufig um die Hälfte zu. Auf die Frage des im Gefäß herrschenden Druckes läßt sich der vorwiegend an der Biologie der niederen Tiere interessierte italienische Gelehrte nicht ein. Seine Methodik, die auch in der Geschichte der Sphygmographie wenigstens erwähnt zu werden verdient, wurde übrigens in teilweise weniger einwandfreier Form später von den Physiologen der französischen Schule wiederholt (FLOURENS, POISEUILLE)¹.

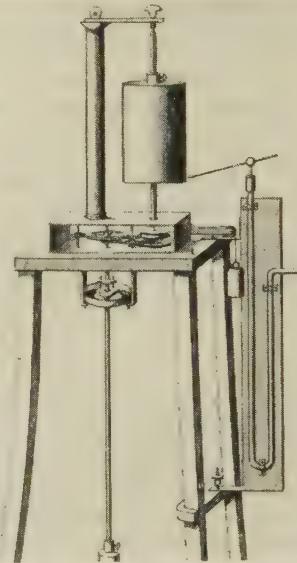


Fig. 1. Das von LUDWIG erfundene Kymographion stellt den ersten Apparat zur graphischen Registrierung physiologischer Vorgänge dar. (Nach A. W. VOLKMANN, Haemodynamik. Leipzig 1850.)

1. Betrachten wir ein modernes Lehrbuch der Physiologie, so wird in der Lehre von der Blutbewegung in den Kapillaren noch heute der Name von JEAN-LÉONARD-MARIE POISEUILLE (1799–1869) an der Spitze stehen. Die in den späteren, dieses schwierige Gebiet betreffenden Abhandlungen erreichte Meisterschaft des Pariser Arztes kündet sich schon in seiner Doktordissertation an, die im Jahre 1828 unter dem Titel «Recherches sur la force du cœur aortique» erschien². Wichtiger als seine sinnreiche Einrichtung zum Nachweis der Arteriendilatation (vgl. Anm. 1) ist seine neue Methode

¹ Vgl. E. J. MAREY, La circulation du sang. Paris 1881, p. 197f.

² Unter demselben Titel gab er im gleichen Jahre eine zweite selbständige Abhandlung heraus, die weitere Blutdruckmessungen wiedergibt und eine Erweiterung des im J. Physiol. expér. 8, 272 bis 305 (1828) veröffentlichten Aufsatzes darstellt.

¹ Teil I und II siehe Fasc. 4 und 6 (1947) dieser Zeitschrift.

² Expérience CXLVI, p. 355.

der Blutdruckmessung. In dieser knüpft er bewußt an HALES an, sucht jedoch die verschiedenen, mit dessen Steigrohr verbundenen Unzulänglichkeiten zu vermeiden. Er führt einen U-förmig gebogenen statt des geraden Zylinders ein¹, verwendet als Lösung das spezifisch schwerere Quecksilber und sucht die Blutgerinnung in der Kanüle durch den Zusatz von «sous-carbonate de soude» zu verhindern. Mit seinem Apparat, für den er den Namen «Haemodynamometer» wählt, stellte er zusammen mit D'ESPINE² u. a. zahlreiche Meßversuche an Hunden und Pferden an, wobei er sein Augenmerk besonders dem Einfluß der Atembewegungen zuwandte. Er konnte die Ansicht früherer Autoren (HALLER, LAMURE und LORRY, MAGENDIE) bestätigen, daß der Blutdruck bei der Inspiration sinkt und bei der Exspiration steigt. Nur ganz spärlich sind indessen die Anknüpfungspunkte an klinische Probleme (Husten usw.).

Der Apparat von POISEUILLE diente vielen zu gleichen Zwecken konstruierten Sphygmographen als Vorbild. Wir können hier auf deren Aufzählung um so eher verzichten, als es sich bei ihnen nur um geringfügige technische Abwandlungen des ursprünglichen Modells handelt. Einen neuen Auftrieb erhielt die Kreislaufforschung von ganz anderer Seite, nämlich dadurch, daß KARL LUDWIG (1816–1895), damals noch Extraordinarius für Anatomie in Marburg, die Schwankungen des Quecksilbers in der Kanüle des POISEUILLESchen Apparates graphisch festzuhalten vermochte. In seiner, im ersten Teil dieser Skizze genannten Arbeit aus dem Jahre 1847 brachte er über dem Quecksilber im aufsteigenden Schenkel der U-Röhre einen mit einer Schreibvorrichtung versehenen Schwimmer an. Das Auf- und Absteigen der Flüssigkeit wurde durch diesen auf ein mit Ruß überzogenes Papier übertragen, das auf einer sich gleichmäßig drehenden Trommel aufgespannt war. Der von LUDWIG erfundene Apparat ist in der ersten Abbildung nach dem früher erwähnten Werk von VOLKMANN reproduziert³. LUDWIG hatte schon vorher durch seine Schüler LUDWIG SPENGLER und K. F. W. MOGK im Jahre 1843 einzelne Fragen der in theoretischer Hinsicht von E. H. WEBER (1795–1878) stark geförderten Pulslehre bearbeiten lassen und benützte die neue Apparatur dazu, um den Einfluß der Atembewegungen auf den Puls zu erforschen.

Wir können hier nicht auf die sehr eifrig diskutierten Fragen des Schreibgerätes, der gleichmäßigen Rotation der Trommel und der graphischen Registrierung eingehen. Es sei lediglich die Tatsache vermerkt, daß eine mit Ruß überzogene Fläche für die genaue Erfassung von Bewegungsvorgängen schon früher in der Physik benutzt worden war. Sie läßt sich einwandfrei nachweisen bei den beiden Physikern JEAN-MARIE-CONSTANT DUHAMEL (1797–1872) und GUILLAUME WERTHEIM (1815–1861), von denen sich der erste mit den Saitenschwingungen⁴ befaßte. Dort ist von einem «plan mobile» die Rede, der dem daraufgebrachten Gegenstand wenig Reibung entgegensezte. Doch will DUHAMEL schon 15 Jahre vorher zu dieser Art der Aufzeichnung physikalischer Bewegungen gelangt sein, und zwar auf Grund einer Anregung durch Apparate von WATT⁵.

¹ Siehe rechter Teil der Fig. 1.

² Offenbar handelt es sich um den später als Statistiker der Medizin bekanntgewordenen Genfer J. MARC D'ESPINE (1805–1860).

³ Die Tafel in der Originalabhandlung MÜLLERS eignet sich nicht für die Reproduktion.

⁴ Vibrations d'une corde flexible, chargée d'un curseur. C. R. Acad. Sci. 11, 17 (1840).

⁵ JAMES WATT (1736–1819), am besten bekannt als Konstrukteur der ersten leistungsfähigen Dampfmaschine.

und EYTELWEIN. In der zur Verfügung stehenden Zeit war es mir nicht möglich, in den Schriften der beiden Physiker die entsprechenden Apparate zu finden. Es wird sich bei EYTELWEIN¹ am ehesten um Studien über die Elastizität, bei WATT vielleicht um solche an Musikinstrumenten gehandelt haben, über die uns sein Biograph J. P. MUIRHEAD berichtet. Am deutlichsten äußert sich der aus Österreich gebürtige WERTHEIM über die später von LUDWIG übernommene Methode. In seinen «Recherches sur l'élasticité»², im Kapitel über die «Vibrations transversales», berichtet er über die von DUHAMEL verwendeten Glastafeln, die mit einer Schicht von «noir de fumée» überzogen seien und durch ein Gewicht³ in Bewegung gesetzt würden. Doch soll sich diese Methode zur Bewegung der Platte wegen der ungleichförmigen Bewegung nicht bewährt haben.

LUDWIG bediente sich für die Bewegung der Trommel eines Uhrwerkes, «welches von einem Gewicht getrieben und durch ein Rotationspendel reguliert» wurde, also einer ähnlichen Vorrichtung wie WERTHEIM. Der Marburger Forscher gibt selbst zu, daß dieses Uhrwerk an Genauigkeit zu wünschen übrigläßt. Doch wurde erst von MAREY der Versuch einer grundlegenden Verbesserung unternommen. Die Originalität der Erfindung LUDWIGS liegt nicht nur darin, daß er das POISEUILLESche Instrument mit dem Kymographion kombinierte und damit den Arterienpuls graphisch registrierte. Sondern er ging von Anfang an darauf aus, zwei physiologische Vorgänge – nämlich den Blutdruck und den Druck im Pleuraraum – gleichzeitig aufzuziehen. Die durch diese doppelte Registrierung erzielten Nachteile überwiegen aber wohl die in der Idee als solcher liegenden Vorteile.

Ohne auf eine spezielle Kritik der von LUDWIG aus seinen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen einzugehen, sei hinsichtlich der erhaltenen Kurven bloß festgestellt, daß diese dem wirklichen Druckablauf der Pulswelle nur zum geringsten Teil entsprechen, ja meistens handelt es sich entsprechend den zu hoch gestellten Versuchsanforderungen um grobverzerrte Kurven. In der Regel entsprechen die LUDWIGSchen Kurven den in Fig. 3 abgebildeten von VIERORDT, auf eine Wiedergabe der Tafeln LUDWIGS kann daher hier verzichtet werden. Nur ein einziges Mal⁴ stellen wir einen beim Pferd erhaltenen Pulsus dicrotus fest, der von LUDWIG (u. auch v. VIERORDT, s. S. 337, Kol. 1, unten) offenbar als abnorm beurteilt wurde. In allen übrigen Fällen wurde die Kurve mit gleichmäßigen Schenkeln als normal betrachtet, auf eine exakte Analyse der einzelnen Kurvenwelle, wie sie später namentlich MAREY versuchte, wird bei LUDWIG völlig verzichtet. Statt sich auf das eine Phänomene zu konzentrieren, schießt LUDWIG mit seiner zweifachen Registrierung über das Ziel hinaus und beeinflußt die späteren Untersucher durch seine gleichmäßigen Kurven in ungünstigem Sinn.

Was die graphische Methode als solche betrifft, so wurde diese von LUDWIGS Zeitgenossen sogleich als gewaltige Bereicherung der physiologischen Methodik begrüßt. Das Kymographion⁵ hat ja bis auf den heutigen Tag an Bedeutung nichts eingebüßt. Schon einige Jahre nach seiner Erfindung wurde es (in verbesserter Konstruktion von A. W. VOLKMANN) für weitere Probleme

¹ JOH. ALB. EYTELWEIN (1764–1848), preußischer Ingenieur.

² Ann. Chim. Phys., 3me sér., 12, 392 (1842).

³ «Tourne-brocne à poids».

⁴ In Fig. 7, Tafel XI; dazu Text S. 245, inkl. Anm. 2.

⁵ Heute versteht man darunter im Gegensatz zum ursprünglichen Sinn dieser Bezeichnung bei VOLKMANN nur noch die rotierende Trommel.

der Sphygmographie, daneben aber von HERMANN HELMHOLTZ (1821–1894)¹, bekannt als «Myograph», auch für die Aufzeichnung von Muskelbewegungen verwendet.

2. Obgleich die Einführung des Manometers in das Blutgefäß des lebenden Tieres zum Studium der verschiedenen Pulsarten usw. später weiter verbessert werden konnte, schlug die medizinische Sphygmographie schon kurze Zeit nach dem Erscheinen von A. W. VOLKMANNS grundlegendem Werk (1850) andere Wege ein. Das mit ihr erstrebte Ziel kennzeichnet der Begründer der neuen Methode, KARL VIERORDT (1818–1884) in Tübingen mit folgenden Worten²: «Es ist deshalb eine dringende Aufgabe, Technicismen aufzustellen, welche es ermöglichen, die der Medizin vor Allem wichtigen Einzelqualitäten des Pulses und die mannigfaltigen Mo-

thode stellt das 1834 von JULES HÉRISSON beschriebene «Sphygmometer»³ dar, bei dem eine mit einer Membran verschlossene Quecksilberröhre auf die Arterie aufgesetzt wird. Die Methode ist keineswegs so tadelnswert, wie VIERORDT meint. Erkennen wir in ihr doch die technische Vorstufe – wenn nicht das Vorbild – des vom deutschen Arzt SAMUEL SIEGFRIED VON BASCH (1837 bis 1905) im Jahre 1881 eingeführten Sphygmomanometers⁴ das den methodischen Grundgedanken der heute in der täglichen Praxis verwendeten Blutdruckmessung bereits in sich schließt. Direktre Beziehungen zum VIERORDTSchen Sphygmographen – die Bezeichnung stammt vom Erfinder selber – weisen zwei Mitteilungen in der Literatur der dreißiger Jahre auf, die VIERORDT bei seinen Vorarbeiten vielleicht begegneten. Doch sind sie in seinem geschichtlichen Passus nicht erwähnt. In einem aus Paris an den Physiologen JOHANNES MÜLLER (1801 bis 1858) als Herausgeber des «Archivs für Anatomie»⁵ gerichteten Brief weist ein gewisser BEHN auf die unbewußten Bewegungen der menschlichen Extremitäten hin, die bei Versuchen mit dem magnetischen Pendel vom bekannten Chemiker MICHEL-EUGÈNE CHEVREUL (1786–1889) nachgewiesen worden waren. BEHN beobachtete an sich selbst, «...daß wenn die Kniekehle meines einen Beines auf dem Knie des andern ruhte bei frei herabhängenden Unterschenkeln, der schwiegende Fuß in einer steten, aller Willkür fremden Bewegung verharre» und sah in dieser ein «Anzeichen der Bewegung des Herzens». Weiter wurde jedoch von dem deutschen Arzt die Feststellung nicht verwertet. Der Tübinger Physiolog schöpfe aus diesem sicher auch schon früher beobachteten, alltäglichen Phänomen die Anregung zur Konstruktion seines neuartigen Pulsschreibers.

Der zweite, in technischer Hinsicht ganz unmittelbar mit VIERORDTS Apparat zusammenhängende Vorschlag stammt aus der Feder eines einfachen englischen Landpraktikers in Dorset Terrace. Der auch als Pionier der Endokrinologie bekannte THOMAS WILKINSON KING (1809–1847) hatte offenbar im Jahre 1836, in dem auch die Abhandlung über die Schilddrüsenfunktion erschien, den Höhepunkt seiner kurzen wissenschaftlichen Wirksamkeit erklimmen. Denn in der «London Medical Gazette»⁶ erschien eine kurze, als Anregung gedachte Mitteilung «über Pulsation in den Venen, die Ursachen dieses Phänomens und die Art, es zu beobachten». Ausgehend von der Pulsation der Stirnvenen, die KING nach einer reichlichen Mahlzeit im hellen Sonnenlicht besonders deutlich beobachten konnte und die er in einer früheren Studie auf die Systole des linken Ventrikels zurückgeführt hatte, kam der junge Arzt auf den Gedanken, diesen Venenpuls durch ein «genügend empfindliches Instrument» zu verstärken und damit überall nachzuweisen. Diesen Zweck schien ihm «ein feiner, aber fester, haarförmiger Hebel, mit langem Zeiger»⁷, der neben der Vene mit Wachs befestigt und quer über das pulsierende Gefäß gelegt wird, am besten zu erfüllen. Er führte damit an verschiedenen Personen und an sich selbst Versuche aus, die eine befriedigende Verstärkung der Pulsation ergaben. KING scheint jedoch später diese Versuche nicht weitergeführt zu haben.

Offenbar unabhängig von den beiden eben genannten Gelehrten gelangte nun VIERORDT zu seinem Sphygmo-

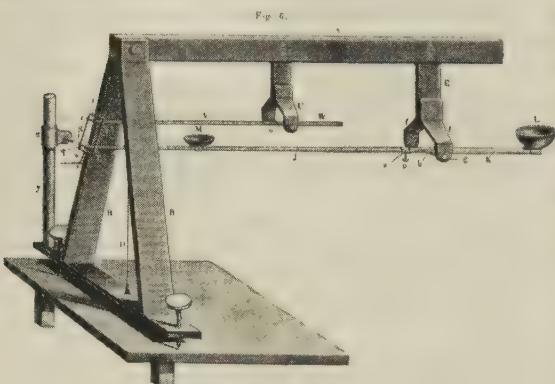


Fig. 2. Der VIERORDTSche Sphygmograph, der für die unblutige Pulsschreibung richtunggebend wurde. Es ist nur die eine Hälfte des Apparates dargestellt, auch fehlt die Rotationstrommel. (Nach VIERORDT, Der Arterienpuls. Braunschweig 1855.)

difikationen dieser Qualitäten im gesunden und kranken Zustand mit Schärfe und unter sich wieder unterscheiden zu können.» Bei einem Blick auf die Physiologie des letzten Jahrhunderts läßt sich tatsächlich feststellen, daß seit etwa 1850 die um ihrer selbst willen betriebene Experimentalwissenschaft am Lebenden einer Forschungsrichtung Platz macht, die auch die krankhaften Funktionen umfaßt. Als eine der ersten Auswirkungen dieser Neuorientierung von der Klinik her dürfen wir die von VIERORDT eingeführte unblutige Methode der Sphygmographie betrachten. Mochte diese auch zahlreiche Mängel aufweisen, so waren doch durch sie grundsätzlich neue Möglichkeiten der Pulsforschung gegeben. Die pathologische Physiologie hatte sich ein neues wichtiges Feld erobert.

Als Gelehrter von weitem Horizont, den wir im Tübinger Physiologen bewundern müssen, geht VIERORDT den frühesten Versuchen der künstlichen Pulsverstärkung nach, deren erste Anzeichen er schon bei STRUTH findet. Ich muß dafür auf seine Darstellung verweisen und möchte diese hier nur ergänzen, soweit dies notwendig erscheint. Eine Kombination der Manometer mit der von VIERORDT inaugurierten «trockenen» Me-

¹ «Messungen über den zeitlichen Verlauf der Zuckung animatischer Muskeln...», Arch. Anat. Physiol. 276–364 (1850).

² Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen. Braunschweig 1855, S. 17.

¹ «Le sphygmomètre, qui traduit à l'œil toute l'action des artères». Ref. Schmidts J. Bücher 5, 353f. (1885), mit Abb.; vgl. den Bericht von SERRES und MAGENDIE darüber, ibid., 7, 51 (1835).

² Z. klin. Med. 2, 79–96 (1881).

³ Ibid. Jg. 1835, S. 521.

⁴ 18, 530 (1936).

⁵ «... a fine, but firm, capillary lever, with a long index radius».

graphen, den er im Jahre 1853 an der Versammlung deutscher Ärzte und Naturforscher erstmals demonstrierte¹. Die erste Veröffentlichung aus der Feder VIERORDTS erschien in dem von ihm redigierten «Archiv für physiologische Heilkunde»². Der in Fig. 2 wiedergegebene Apparat, von dem aus Raumgründen nur die linke Hälfte abgebildet ist, besteht aus zwei langen Hebel-

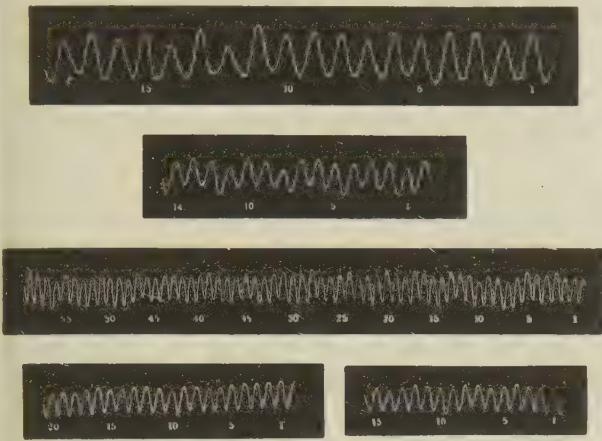


Fig. 3. Mit dem VIERORDTSchen Apparat erhaltene Kurven des seit langem bekannten Pulsus intermittens. Im Gegensatz zu einzelnen Stellen anderer Tafeln fehlt hier der Dikrotismus vollständig. Entsprechende Kurven erhielt auch KARL LUDWIG mit dem in Fig. 1 abgebildeten Instrument.

armen, die zur Übertragung der von p aufgenommenen Dilatation der Arteria radialis auf den Schreibhebel x dienen. Die Länge des Armes J führt zu einer wesentlichen Verstärkung der Pulswelle. Die Schalen M und L dienen zum Einlegen von Gewichten, die die richtige Belastung des registrierenden Teiles ermöglichen. Wie die Abbildung zeigt, handelt es sich um einen sehr voluminösen Apparat. Eine ambulante Verwendung war gar nicht möglich. Schlimmer war aber die Tatsache, daß VIERORDT damit zwar die Frequenz, Spannung und den Rhythmus des Pulses richtig zu erfassen vermochte, daß die erhaltenen Kurven (s. Fig. 3) jedoch die Art des Druckablaufes falsch wiedergaben. Der Tübinger Forscher ging von der Voraussetzung aus, daß die von LUDWIG und VOLKMANN erhaltenen Pulskurven richtig seien, den Pulsus dicrotus in der LUDWIGSchen Publikation hielt er für ein Kunstprodukt³. Tatsächlich ist die von VIERORDT am LUDWIGSchen Kymographion geübte Kritik teilweise berechtigt, aber ebenso viele Mängel besaß seine eigene Methode. Auf eine Würdigung des Sphygmographen im einzelnen können wir uns nicht einlassen, es muß dafür auf die verschiedenen Fachschriften (MAREY, MACH, CYON, PETTER⁴) verwiesen werden.

Gewissermaßen als Ausblick auf die spätere Entwicklung der Sphygmographie sei noch das Instrument von

ETIENNE-JULES MAREY (1830–1904) erwähnt, das im Jahre 1859 der «Société de Biologie» in Paris vorgeführt wurde (s. Fig. 4). Dadurch, daß der voluminöse Mechanismus der Gewichte, der bei VIERORDT das Anlegen der Pelotte p an die Arterie besorgen mußte, durch eine Stahlfeder ersetzt wurde, konnte die Apparatur wesentlich mobiler und leichter gestaltet werden. Auch war hier die zur Registrierung nötige Fläche direkt am Apparat angebracht. MAREY, der im Verlauf der nächsten Jahrzehnte zur größten Autorität in der Methode der graphischen Registrierung heranwuchs, war auch der erste, der den Mechanismus der Entstehung der Pulswelle an totem Material (mit Wasser gefüllten Schläuchen) eingehend untersuchte und den Pulsus dicrotus als die normale Art des Druckablaufes in der Arterie nachwies¹. Seine exakte Methode wurde nach den verschiedensten Richtungen ausgewertet, so auch zum Studium des Einflusses der Respirationsbewegungen auf den arteriellen Druck und die Form des Pulses. Die zu diesem Problem angestellten Untersuchungen sind in Fig. 5 dargestellt². Die obere Kurve zeigt den wechselnden Einfluß der Exspiration und Inspiration, die untere die Wirkung einer gewaltsamen Inspiration unter Abschluß der oberen Luftwege. Eine abschließende Darstellung der wichtigsten Teile der Kreislaufforschung im 19. Jahrhundert gibt JULES MAREY in seinem klassischen Werk «La circulation du sang à l'état physiologique et dans les maladies» (Paris 1881). Einen vorläufigen Abschluß scheint die Sphygmographie in technischer Hinsicht durch die Arbeiten des deutschen Physiologen OTTO FRANK³ gefunden zu haben, dessen Apparat noch heute kaum überholt sein dürfte.

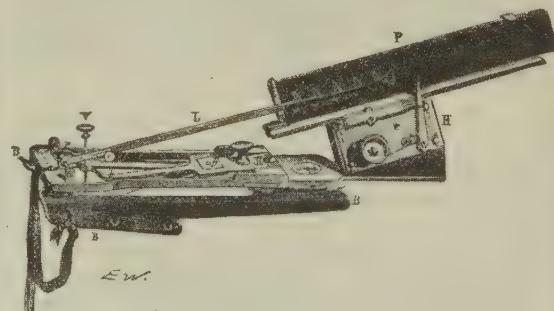


Fig. 4. Der von JULES MAREY konstruierte Sphygmograph, bei dem die Pulspelotte durch eine Feder an die Arterie angedrückt wird. (Nach MAREY, Recherches sur le pouls, 1860.)

3. Von den volumetrischen Verfahren sei zuerst die sogenannte Plethysmographie, also die Aufzeichnung des Volumpulses genannt. Auch sie geht auf den schöp-

¹ Siehe seine erste Arbeit dieser Richtung: «Du pouls et des bruits vasculaires», J. Physiol. 2, 259–280, 420–447 (1859).

² «Recherches sur le pouls au moyen d'un nouvel appareil enregistreur, le sphygmographe», C. R. Soc. Biol. Paris, 3me sér., 1, 281 à 309 (1860), auch selbständig erschienen.

³ Vgl. besonders die mit J. PETTER verfaßte Mitteilung: Ein neuer Sphygmograph, Z. Biol. 49, 70–76 (1907).

ferischen Genius des jungen POISEUILLE zurück, konstruierte er doch einen doppelwandigen Zylinder, der an die freigelegte Arterie angelegt werden mußte. Die zwischen den beiden Wänden befindliche Flüssigkeit zeigt die Erweiterung der Arterie an einem mit ihr in Verbindung stehenden Manometer an. Ähnliche Apparate wurden später von VALENTIN u. a. gebraucht. Am Menschen scheint eine geschlossene Kammer zur Messung der Volumvermehrung des Armes und der Hand durch die Pulswelle erstmals von CHELIUS angewendet worden zu sein¹ (1850). Die ersten brauchbaren Plethysmographen wurden von FICK, BUISSON u. a. konstruiert.

Als weitere Modifikation der Sphygmographie sind abschließend noch die beiden Verfahren des Berner Klinikers HERMANN SAHLI (1856-1933) zu nennen, die er unter den Bezeichnungen Sphygmobolometrie und Sphygmobographie in die klinische Diagnostik einführte. Die erstere mißt «die Kompressionsarbeit, welche der Puls an einer pneumatischen Oberarmman-

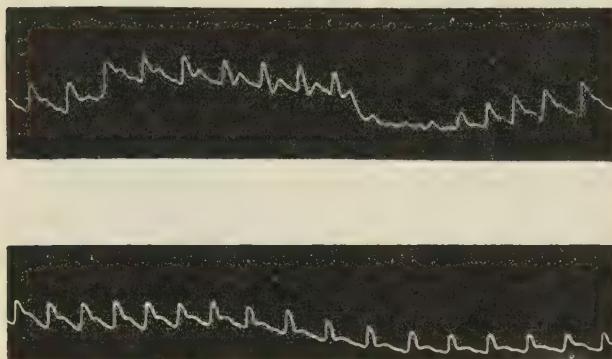


Fig. 5. Zwei typische, von MAREY veröffentlichte Pulskurven, die den Einfluß der Expiration und Inspiration (oben) sowie der gesteigerten Inspiration (unten) zeigen.

schette unter gewissen Versuchsbedingungen leistet»². Die Methode wurde später vervollkommen, doch ist auf technische Einzelheiten hier nicht einzugehen. Die Sphygmobographie (1911) stellt den Versuch dar, mittels des Sphygmographen die Pulsgröße zu messen. Die zuerst am JACQUETSchen Apparat ausgeführten Studien wurden später mit dem Bolometer eigener Konstruktion ausgeführt und 1914³ als «Volumbolometrie» beschrieben. Doch scheint die von SAHLI ausgedachte, mathematisch-physikalisch gut fundierte Methode für den praktischen Gebrauch allzu kompliziert, als daß sie sich in der ärztlichen Praxis allgemein hätte durchsetzen können. Immerhin kommt seinen ausgedehnten Untersuchungen erhebliche heuristische Bedeutung zu.

¹ Die in der Prager Vjschr. erschienene Originalarbeit war mir nicht zugänglich. Ich verweise auf die Angaben von VIERORDT (1855, S. 19) und MAREY (1881, S. 199f.).

² Die erste Veröffentlichung über diese Methode datiert aus dem Jahre 1907; für das vorliegende Zitat vgl. Korr.bl. Schweiz. Ärzte 41, 561-578 (1911).

³ Über die Volummessung des menschlichen Radialpulses, die Volumbolometrie, Dtsch. Arch. klin. Med. 115, 124-145 (1914).

Elogio di Federigo Enriques

Riassunto della «Commemorazione del Socio FEDERIGO ENRIQUES» letta da GUIDO CASTELNUOVO (Rendiconti dell'Accademia Nazionale dei Lincei del gennaio 1947)

Nel novembre del 1892 venne a Roma per seguire il corso di LUIGI CREMONA, come studente di perfezionamento, un giovane non ancora ventiduenne, che si era laureato a Pisa l'anno precedente. Allievo di maestri quali il BETTI, il DINI, il BIANCHI, il VOLTERRA, quel giovane possedeva larghe vedute sulla nostra scienza, ma non aveva ancora fissato la meta delle sue ricerche. Desiderava familiarizzarsi col nuovo indirizzo di geometria algebrica che per iniziativa di CORRADO SEGRE si era cominciato a coltivare in Italia. Venne perciò da me a chiedere consigli. Stavo per suggerirgli la lettura di libri e memorie, ma mi accorsi subito che non sarebbe stata questa la via più conveniente. FEDERIGO ENRIQUES era un mediocre lettore. Nella pagina che aveva sotto gli occhi egli non vedeva ciò che era scritto, ma quel che la sua mente vi proiettava. Adottai quindi un altro metodo: la conversazione. Non già la conversazione davanti a un tavolo col foglio e la penna, ma la conversazione peripatetica.

Cominciarono allora quelle interminabili passeggiate per le vie di Roma, durante le quali la geometria algebrica fu il tema preferito dei nostri discorsi. Assimilate in breve tempo le conquiste della scuola italiana nel campo delle curve algebriche, l'ENRIQUES si accinse ardimente a trattare la geometria sopra una superficie algebrica. Egli mi teneva quotidianamente al corrente dei progressi delle sue ricerche, che io sottoponevo ad una critica severa. Non è esagerato affermare che in quelle conversazioni fu costruita la teoria delle superficie algebriche secondo l'indirizzo italiano.

Vi era, a dir vero, una Memoria fondamentale di MAX NÖTHER sull'argomento, nella quale il geometra tedesco, con grande acume, aveva gettato le basi ed eretto qualche pilastro dell'edifizio. Ma era una Memoria oscura, dove alcune proprietà erano stabilite con dimostrazioni faticose che non gettavano luce sulla questione, altre erano intuite più che dimostrate. Al contrario l'edifizio di cui l'ENRIQUES tracciò in pochi mesi il disegno, ha i pregi dell'armonia e della spontaneità.

La Memoria che contiene i risultati sull'argomento fu compiuta nei pochi mesi di quell'anno scolastico. Cominciata in gennaio, nel giugno 1893 fu presentata all'Accademia delle scienze di Torino e subito pubblicata.

Senza entrare in particolari troppo tecnici, dirò che in quella Memoria si trovano studiate a fondo le proprietà dei sistemi lineari di curve algebriche sopra una superficie, e vien definita, mediante una relazione funzionale, una operazione con la quale si passa da un sistema lineare ad un altro, detto il sistema aggiunto. Quella relazione funzionale lascia subito apparire che il residuo di un sistema lineare rispetto al proprio aggiunto non dipende dal sistema da cui si parte. Il detto residuo ha carattere invariante di fronte alle trasformazioni birazionali della superficie in un'altra e vien chiamato sistema canonico.

Dall'esame di questo sistema e dalle relazioni tra un sistema lineare e il proprio aggiunto si ricavano vari caratteri invarianti per trasformazioni birazionali: i generi. Anche nel lavoro citato di NÖTHER comparivano tre di questi caratteri, due dei quali si credeva a quel tempo dovessero coincidere salvo in un caso molto particolare. Risulta invece che le cose non stanno così, e che

i caratteri invarianti di una superficie sono più numerosi e tutti essenziali.

Stabiliti questi risultati fondamentali nelle due Memorie già citate, l'ENRIQUES può formulare un piano sistematico di ricerche che egli svolgerà poi fino agli ultimi anni. Il piano consiste nel caratterizzare le proprietà delle superficie in relazione ai valori dei generi, cominciando dalle superficie che hanno i generi più bassi. Nelle sue ricerche la dote dell'intuizione lo ha portato più volte a stabilire un risultato molto prima di averne una dimostrazione soddisfacente. La intuizione interviene specialmente quando egli ricorre, come fa spesso, al principio di continuità, il quale conduce a trasportare le proprietà di un ente ad enti prossimi al primo e poi a tutti gli enti che stanno col primo in un medesimo sistema continuo.

Di questo metodo egli si è valso per stabilire una proprietà caratteristica delle superficie irregolari, cioè di quelle superficie nelle quali il genere geometrico differisce dal genere numerico. Ho accennato poc'anzi che all'epoca del NÖTHER, verso il 1880, si riteneva che i due generi fossero uguali (o, come oggi si dice, la superficie fosse regolare), salvo nel caso delle superficie rigate. Ma più tardi in Italia e in Francia si scoprirono molti altri esempi di superficie irregolari. L'ENRIQUES osservò che sopra tutte queste superficie esistono sistemi continui di curve algebriche non contenuti in sistemi lineari, mentre lo stesso fatto non si presenta sulle superficie regolari, e fu condotto quindi a considerare l'esistenza di tali sistemi continui come proprietà caratteristica delle superficie irregolari, e ad assegnare la dimensione dei detti sistemi in relazione alla differenza tra i due generi sopra nominati.

Un altro risultato fornito dall'ENRIQUES nel 1924, che ha dato e dà luogo tuttora a importanti ricerche riguarda il modo di caratterizzare la curva di diramazione dei piani multipli. Anche qui si presenta una differenza essenziale tra la teoria delle curve e quella delle superficie. Se una curva algebrica piana è segata in un certo numero n di punti variabili da una retta che ruota intorno ad un punto, la curva proiettata da questo punto sopra una retta dà luogo ad una retta n -upla, i cui punti di diramazione sono le tracce delle tangenti condotte dal punto alla curva. Inversamente, fissato ad arbitrio un certo gruppo di punti sopra una retta, si può costruire una curva rappresentabile su quella retta n -upla con quei dati punti di diramazione. Ma la proprietà analoga non vale per le superficie. La curva di diramazione di un piano n -uplo non può prendersi ad arbitrio ma è soggetta a certe condizioni. L'ENRIQUES si propone di stabilirle in una Memoria del 1924, e vi riesce; ma la forma del risultato non è tale da consentire la costruzione di tutte le curve che vi soddisfano. La questione è ancora aperta, nonostante le ricerche posteriori che vi sono state dedicate.

Nel 1894 fu offerto all'ENRIQUES l'incarico dell'insegnamento di geometria proiettiva a Bologna. Appena iniziato il corso egli si avvide che nei fondamenti di quel ramo di geometria, che pure sotto l'aspetto logico è il più perfetto, sussisteva ancora una lacuna. La dimostrazione che si dava del cosiddetto teorema fondamentale di Staudt non aveva il rigore che oggi si richiede. Egli riesce subito a superare la difficoltà, e la dimostrazione da lui fornita è così perfetta e così semplice da trovar posto nell'insegnamento del primo anno universitario.

In seguito a questo ed altri lavori sui principi della geometria, FELICE KLEIN, che all'inizio di questo secolo

stava organizzando la pubblicazione di una grande Encyclopédia tedesca delle matematiche, volle affidare all'ENRIQUES la redazione dell'articolo sui principi della geometria. Ne è risultata una Monografia ricchissima ed altamente pregevole, ove sono prese in esame tutte le vedute dei matematici e dei logici sull'argomento, da EUCLIDE fino ai giorni nostri. Questa Monografia sarà sempre consultata con profitto da chiunque voglia formarsi un'idea chiara su tale vastissimo soggetto.

Nell'esame dei principi della geometria l'ENRIQUES associa il problema logico al problema psicologico, ma le vedute psicologiche sui principi della geometria rappresentano soltanto un parziale risultato di profonde meditazioni filosofiche, le quali, iniziata durante gli studi all'Università pisana, si sono alternate lungo tutta la vita con le indagini matematiche e storiche. In epoca recente egli ha voluto assoggettare ad un esame critico e storico il problema del determinismo, sul quale lo sviluppo attuale della fisica ha attirato l'attenzione di tutti i pensatori. È nato così un volumetto «Causalité et déterminisme», pubblicato a Parigi nel 1941.

Per l'ENRIQUES il determinismo non è una questione che possa risolversi con opportune esperienze; il determinismo è un presupposto alla ricerca scientifica e alla costruzione di una scienza che dia una interpretazione intelligibile della natura.

Un progetto grandioso sorge nella sua mente: esporre la storia del pensiero scientifico in un'opera in tre volumi, dei quali il primo destinato al mondo antico e in particolare, alla Grecia, il secondo al medioevo, il terzo al rinascimento e all'epoca contemporanea. Il primo volume è uscito nel 1932 in collaborazione col prof. DE SANTILLANA. Il suo successo ha reso più acerbo il rammarico di non averlo veduto seguire dagli altri due in progetto.

Aggiungo che negli ultimi anni egli aveva compiuto uno studio profondo sul filosofo DEMOCRITO, tentando di ricostruirne l'opera in base agli scarsi frammenti che ci sono rimasti. Il manoscritto è fortunatamente compiuto ed il volume verrà presto pubblicato.

Con questo volume, e con l'altro in corso di stampa sulla teoria delle superficie si chiude la prodigiosa attività di FEDERIGO ENRIQUES. Egli ha coltivato con pari profondità tre indirizzi, la matematica, la filosofia, la storia della scienza, ed ha scritto in ciascuno di essi opere che basterebbero da sole a riempire ed illustrare la intera vita di uno scienziato.

In Italia egli era noto specialmente per le ricerche geometriche; le sue vedute filosofiche, discordi da quelle della scuola dominante non hanno avuto nel nostro paese il consenso e la risonanza che meritavano, ma furono grandemente apprezzate in Francia, dove egli fu nominato dieci anni fa Socio corrispondente dell'Académie des Sciences morales et politiques, e in Inghilterra, dove, per la sua opera filosofica ebbe titoli ed onori.

Per chiudere questa commemorazione aggiungerò qualche notizia biografica, sebbene la sua vita, trascorsa interamente nell'intimità della famiglia e tra gli amici e i discepoli, non offra avvenimenti notevoli.

Nacque FEDERIGO ENRIQUES a Livorno il 5 gennaio 1871, da famiglia benestante. La famiglia si trasferì presto a Pisa dove egli si laureò nel 1891 in matematica. In seguito ad un concorso fu nominato professore di Geometria proiettiva e descrittiva a Bologna nel 1896.

Colà iniziò la vita di famiglia sposando la figlia di ACHILLE COEN, valoroso professore di storia dell'Uni-

versità di Firenze, e con lei ebbe sempre consenso di idee e di affetti.

Durante il periodo di Bologna egli fu presidente della Società filosofica italiana dal 1907 al 1913 e in tale qualità, egli organizzò e presiedette il IV Congresso internazionale di Filosofia nel 1911.

Sul principio del 1922 l'ENRIQUES accettò l'offerta che gli veniva dalla Facoltà di Scienze di Roma di coprire una cattedra di matematiche superiori (poi geometria superiore) nella nostra Università. Ma la sua venuta a Roma coincise con l'istaurarsi del fascismo, ed egli, insofferente di ogni vincolo, assetato di libertà, profondamente individualista, avversò fin dal principio le ideologie di quel regime. Lasciò con dolore la cattedra nel 1938 in seguito alle leggi razziali, e trascorse inosservato il periodo della guerra e delle persecuzioni.

Al riferire delle pubbliche libertà nel 1944 riprese l'insegnamento, ma l'organismo era ormai stanco ed egli non sentiva più la forza di assumere posti di combattimento. Una affezione cardiaca, che lo affliggeva da qualche tempo e lo costringeva a saltuari periodi di riposo, non gli aveva tolto la passione della ricerca e dello studio, ma aveva fiaccato lo spirito battagliero e l'interesse per ciò che era estraneo alla vita intellettuale. Morì improvvisamente il 14 giugno 1946 lasciando un vuoto incolmabile.

Con FEDERIGO ENRIQUES una grande luce si è spenta. Come avviene per i maggiori beni concessi all'uomo, dei quali si apprezza più intensamente il valore quando ci vengon tolti, così la scomparsa dell'ENRIQUES ci fa sen-

tire qual fulgore irradiasse dalla sua persona e qual fermento di vita intellettuale, qual tesoro di sapienza abbiamo oggi perduto con lui.

Hospitalitas Hungarica

Der ungarische Kultusminister hat im Ungarischen Biologischen Forschungsinstitut in Tihany am Balaton (s. Exper. 3, Fasc. 5, 211) zwei Arbeitsplätze ganzjährig Schweizer Biologen kostenlos zur Verfügung gestellt.

Interessenten wenden sich an Prof. Dr. A. VON MURALT, Zentralpräsident der Schweiz. Naturforschen den Gesellschaft.

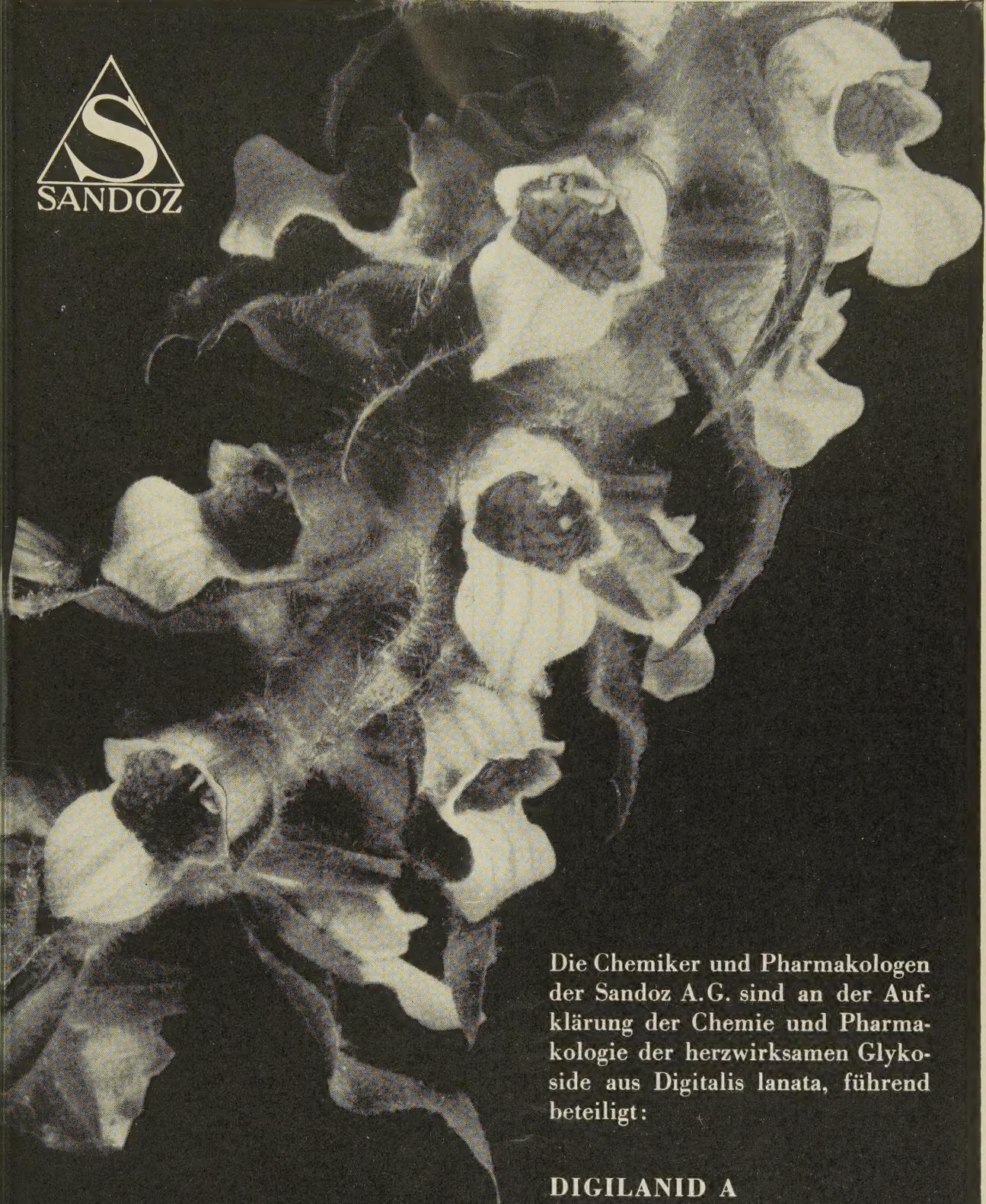
Corrigendum

E. COHN: "Chemical, Physiological, and Immunological Properties and Clinical Uses of Blood Derivatives". Exper. 4, 128 (1947).

Column 1, under the heading Albumins, line 6-7, read hypoproteinemia instead of hyperproteinemia.

Congrès

La 127^e Assemblée Générale de la Société Hélysétique des Sciences Naturelles aura lieu à Genève du 29 août au 1^{er} septembre 1947.



DIGITALIS LANATAGLYKOSIDE

Die Chemiker und Pharmakologen der Sandoz A.G. sind an der Aufklärung der Chemie und Pharmakologie der herzwirksamen Glykoside aus Digitalis lanata, führend beteiligt:

DIGILANID A

DIGILANID B

DIGILANID C

ELEMENTE DER MATHEMATIK

Revue de mathématiques élémentaires

Rivista di matematica elementare

Zeitschrift zur Pflege der Mathematik und zur Förderung des mathematisch-physikalischen Unterrichts

Organ für den Verein Schweizerischer Mathematiklehrer

Die Zeitschrift hat in ihrem Arbeitsbereich Abhandlungen aus allen Gebieten der reinen und angewandten Mathematik, der mathematischen Physik und der Geschichte der Mathematik aufgenommen, die für ein breiteres Publikum von allgemeinem Interesse sind. Sie versucht, durch Forschungsberichte und Literaturübersichten die Verbindung zwischen der Schulmathematik und der wissenschaftlichen Forschung aufrechtzuerhalten. Die zahlreichen Aufgaben, für die eine besondere Rubrik reserviert wurde, sollen dem Lehrer mannigfache Hinweise für den Unterricht geben.

*Abonnementspreis für jährlich 6 Hefte
im Umfang von je 16-24 Seiten Fr. 6.- (Ausland Fr. 9.-)
Einzelnummer Fr. 1.50*

Abonnementsbestellungen durch jede Buchhandlung

VERLAG BIRKHÄUSER · BASEL

ECLOGAE

GEOLOGICAE HELVETIAE

Jährlich zwei Hefte zu ca. Fr. 10.-

(je nach Umfang)

Die « Eclogae geologicae Helvetiae », das wissenschaftliche Publikationsorgan der Schweizerischen Geologischen Gesellschaft, veröffentlichen deutsch, französisch oder englisch abgefaßte Originalabhandlungen ihrer Mitglieder. Neben regionalen schweizerischen und ausländischen Arbeiten enthält die Zeitschrift auch Übersichtsdarstellungen aus den Gebieten der allgemeinen und angewandten Geologie, Stratigraphie, Tektonik und Paläontologie. Die « Eclogae geologicae Helvetiae » werden in Jahresbänden zu zwei Heften den Mitgliedern der Gesellschaft gegen einen Jahresbeitrag von Fr. 12.- zugestellt.

VERLAG BIRKHÄUSER AG.

BASEL

DR. LOUIS DISERENS

Neueste Fortschritte und Verfahren in der chemischen Technologie der Textilfasern

In zwei Teilen

*

Erster Teil

Die neuesten Fortschritte in der Anwendung der Farbstoffe

Hilfsmittel in der Textilindustrie

BAND I

Neu bearbeitete und vermehrte 2. Auflage · Format 23 × 16 cm · 656 Seiten

Mit zahlreichen Tabellen der einschlägigen Hilfsmittel

In Ganzleinenband Fr. 68.-

Inhalt: Fortschritte in der Anwendung der Küpenfarbstoffe – Die Anwendung der Schwefelfarbstoffe – Indigosole – Fortschritte auf dem Gebiete der unlöslichen Azofarbstoffe – Fortschritte auf dem Gebiete der Beizenfarbstoffe.

Zu beziehen durch die Buchhandlungen

VERLAG BIRKHÄUSER BASEL